EAN– European Astrosky Network

n. 14, giugno– settembre 2012

Webzine gratuita
www.eanweb.com
info@eanweb.com

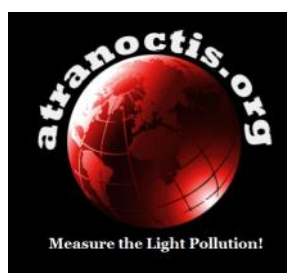
ASTRONOMIA & INFORMAZIONE

INDICE

REDAZIONE

Direttore editoriale: Rodolfo Calanca, rodolfo.calanca@gmail.com
Co-direttore: Angelo Angeletti, angelo.angeletti@virgilio.it
Redattore responsabile: Manlio Bellesi, manlio.bellesi@libero.it
Redattore: Lorenzo Brandi, lbrandi.fi@gmail.com
Responsabile dei servizi web: Nicolò Conte tecnonico@gmail.com

SPONSOR

PROGETTI EAN

EDITORIALE A CURA DELLA REDAZIONE EAN

ECCOCI DI NUOVO QUI!

Gli ultimi tre mesi, per alcuni di noi della redazione di ASTRONOMIA NOVA, sono stati terribili! Il sisma in Pianura Padana ha prodotto ferite profonde a livello psicologico, sociale ed economico.
Qualcuno di noi ha visto crollare la propria casa, altri hanno perso amici e conoscenti. Ma eccoci di nuovo qui! Pronti a riprendere un lavoro temporaneamente interrotto ma nel quale crediamo profondamente, come potrete leggere fin da questo numero, ricco di proposte culturali e scientifiche e di iniziative di ampio respiro.
Anche gli articoli sono di buon livello: Felice Stoppa scrive dell'eredità di Tolomeo che ritroviamo nei globi celesti arabi di mille anni fa. Lorenzo Brandi ci parla della del tasso di formazione stellare e Giancarlo Cortini della ricerca amatoriale di supernovae, un argomento sempre al centro dell'attenzione di tutti coloro che si occupano di astronomia osservativa.
Il nostro direttore pubblica invece la seconda parte della storia delle osservazioni dei transiti di Venere. La terza parte, che riguarda i transiti più vicini a noi, quelli del 2004 e 2012, uscirà nel prossimo numero.
L'argomento dell'articolo di Mario Dho, sulle procedure automatiche per l'acquisizione e la riduzione dei dati astronomici, è di grande attualità e viene presentato ai nostri lettori in tre parti.
Tra l'altro, non dimentichiamo il resoconto fotografico del I° Star Party delle Dolomiti che si è tenuto sulle splendide rive del lago di Braies!
E numerosi altri contributi: le foto solari di Gianni Casalnuovo, la bella montatura professionale Gran Sasso e, dulcis in fundo, l'evento internazionale: "**Sotto la stessa Luna**", promosso, in Italia, da EAN in collaborazione con l'Istituto pluricomprensivo in lingua italiana di Brunico, e l'osservatorio INAF di Palermo nonché con l'associazione ARECA, degli amici de La Réunion.

Pubblicare la rivista, in questo periodo di emergenza ci sta creando diversi problemi: sarebbe davvero utile anche un piccolo aiuto economico, attraverso una donazione, ad esempio, da questa pagina del sito: http://www.eanweb.com/2012/diretta-21-22-settembre-2012-sotto-la-stessa-luna/
GRAZIE!

LA REDAZIONE DI ASTRONOMIA NOVA

Da sinistra: Rodolfo Calanca, Angelo Angeletti, Manlio Bellesi, Lorenzo Brandi, Nicolò Conte

L'EREDITÀ DI TOLOMEO NEI GLOBI ARABI
E LA LORO INFLUENZA SULLE PRIME MAPPE CELESTI EUROPEE DEL QUATTROCENTO E CINQUECENTO

Felice Stoppa
felice.stoppa@fastwebnet.it

In questo articolo cercherò di identificare e descrivere i primi documenti ed i primi manufatti che hanno anticipato o influenzato la cartografia celeste a noi ben conosciuta del cinquecento e del seicento e di cercare un filo conduttore che in qualche modo li possa tra loro collegare.

Esaminerò pertanto un piccolo numero di globi celesti in metallo, tutti di produzione araba, e le primissime mappe su carta che rappresentino in modo cosiddetto scientifico il cielo stellato descrittoci da Tolomeo nel suo Almagesto. Vedremo che intorno a questi documenti si sono dipanate delle vere e proprie storie, talvolta dalle trame fortunose, e che lasciano anticipare come conclusione possibile di questa ricerca che la storia della cartografia celeste non può considerarsi conclusa per sempre perché è ancora possibile, anche ai nostri giorni, come è già successo, di trovare in biblioteche o nei mercati antiquari dei nuovi documenti o manufatti che possono rimettere in discussione le nostre attuali certezze.

Fu verso la fine del 1876 che Ferdinando Meucci acquistò un piccolo globo in ottone che aveva appena trovato sul mercato dell'antiquariato di Firenze (fig. 1). Decise di prenderlo prima ancora di esaminarlo a fondo e di poterne constatare l'autenticità. Il globo era, infatti, completamente ossidato e si potevano leggere a malapena i tratti che componevano le figure tradizionali delle costellazioni e alcune parole arabiche in caratteri cufici. Nel Regio Museo Fisico di Firenze che Meucci dirigeva dal 1844, nella collezione di strumenti antichi di astronomia che comprendeva anche pregevoli astrolabi arabici, la mancanza di un globo dello stesso periodo spingeva ad azzardare anche un acquisto incauto.

Dopo averlo sommariamente ripulito dalla patina che lo ricopriva il Meucci procedette a determinare in prima approssimazione l'anno di costruzione del globo. Lo fece verificando per quale epoca vi erano posizionate le stelle utilizzando il metodo della differenza in longitudine causato dal fenomeno della precessione degli equinozi: *"Fu grande frattanto la mia sorpresa, quando, per i gradi di Longitudine delle stelle, potei riconoscere che*

Fig. 1. *Il globo celeste arabico del secolo XI appartenente al Museo Galileo di Firenze.*

esso doveva essere stato costruito sul declinare dell'undicesimo secolo di Cristo. Eravi infatti ben distinta la posizione della fulgida stella Regolo (cuor di Leone) ai 16 gradi 40 primi del segno del Leone, che è quanto dire avanzata di 14 gradi e 10 minuti primi dalla posizione di essa di 2 gradi e 30 primi osservata da Tolomeo, come sembra, 140 anni dopo Cristo; di modo che, calcolando ragionevolmente secondo Albategno il tempo di 66 anni che dovevano impiegare le stelle fisse nell'avanzarsi di un grado, resultò che questo globo fosse stato costruito nel 1075, o pochi anni dopo…".

La datazione viene confermata dalla traduzione dell'iscrizione arabica in caratteri cufici che troviamo incisa intorno al circolo polare antartico che rivela, inoltre, anche il luogo di produzione, gli autori ed il committente del globo: *"Fabbricò questo globo fornito di piedistallo, per l'investito di duplice visirato Qayid supremo,*

Abù Isà Ibn Labbun, il suo servo Ibrahim Ibn Said as Shali il pesatore in Valenza, con Muhammad suo figlio, e pose le stelle fisse in quello, giusta loro grandezza e diametri. Or fu compiuto nel principio di Safar dell'anno 473 dell'Egira (del Profeta), benedica Dio a lui e gli conceda pace perfetta" (fig. 2). Il principio di Safar dell'anno 473 dell'Egira corrisponde con la fine del mese di luglio del 1080 della nostra era. L'iscrizione fu tradotta, così come tutte le altre presenti sul globo, dal professore F. Lasinio, orientalista presso l'Istituto di Studi Superiori, Sezione di Filosofia e Filologia, di Firenze.

Il Globo Celeste Arabico di Firenze è pertanto la più antica rappresentazione scientifica conosciuta del cielo tolemaico. Il globo, 209 mm di diametro, è composto di due emisferi vuoti di ottone saldati insieme, riporta 1015 stelle tra infigurate ed informi suddivise in sei grandezze, rappresentate ognuna da circoletti di diametro diverso. Sono incisi i cerchi dell'equatore e dell'eclittica suddivisi da tacche di un grado, numerate di cinque in cinque in lettere numerali cufiche. Lo zero della graduazione dell'equatore coincide con il punto di incrocio con l'eclittica *che è all'inizio del segno dell'Ariete*.

Dodici circoli massimi di declinazione dividono di 30 in 30 gradi, cioè nei suoi 12 segni zodiacali, l'eclittica.

Vi sono rappresentate 47 costellazioni, manca quella del Crater, e, curiosamente, la zona che contiene le sei stelle informi dell'Aquila, cioè quella che coincide con la costellazione non tolemaica di Antinoo, è evidenziata da una linea incisa a forma di cuore. I personaggi rappresentati nelle costellazioni sono disegnati di fronte, come

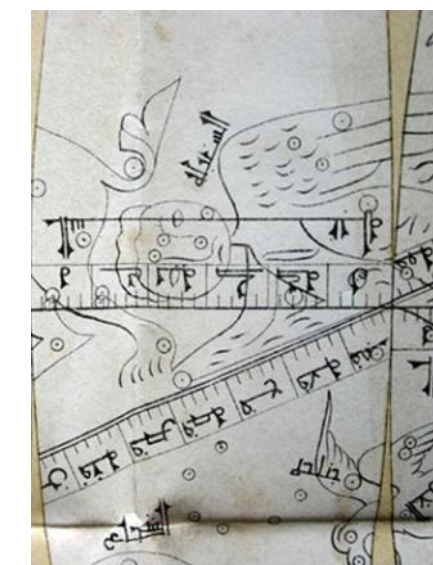
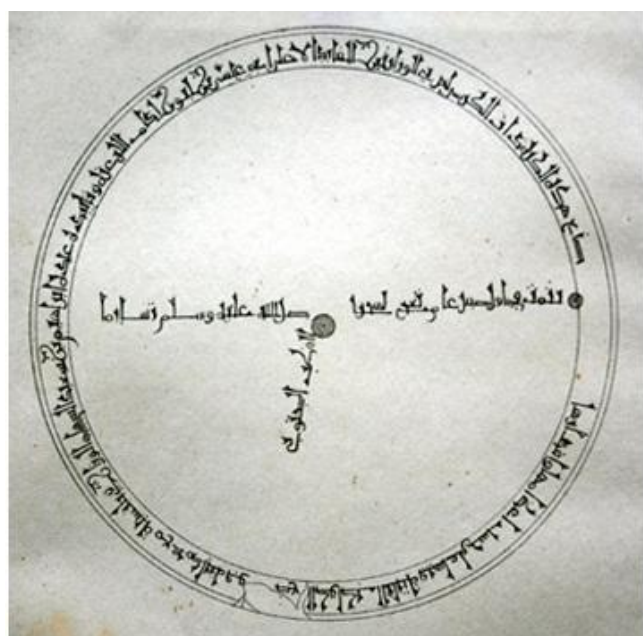



Fig. 3. *Particolare della tavola del Meucci in corrispondenza dell'intersezione tra l'Equatore celeste e l'Eclittica dalla quale è possibile evincere, utilizzando il fenomeno della precessione degli equinozi, la data di produzione del globo*

si faceva solitamente nelle carte piane che rappresentano il cielo visto dalla Terra, ma, poiché la superficie del globo utilizzata è quella convessa, abbiamo che le stelle vanno a disporsi sulle parti anatomiche dei personaggi simmetricamente al modo in cui sono rappresentate tradizionalmente nelle costellazioni. Non è un fastidio di poco conto perché spesso il significato antico dei nomi delle stelle ha a che fare con la loro collocazione anatomica. Meucci riassunse i risultati dello studio del Globo in un quaderno, edito e stampato dalla Tipografia dei Successori Le Monnier, che consiste in una breve ma densa relazione di 13 pagine seguite da tre doppie pagine che raccolgono in un catalogo le costellazioni e le stelle incise sul globo.

Il catalogo comprende anche una colonna con i nomi arabici delle costellazioni, seguita da quelle della loro trascrizione fonetica e della relativa traduzione in italiano e dalla sezione relativa alle stelle che ne elenca il numero e la posizione per longitudine e latitudine, confrontando i relativi dati riportati sul globo con quelli del catalogo di Tolomeo. Meucci occupa parte dell'introduzione di questo quaderno per delineare una storia della cartografia celeste dalle origini ai suoi tempi e ricorda le seguenti definizioni utili a comprendere il catalogo delle costellazioni che nelle pagine successive ci offrirà: *"Certe stelle erano chiamate dagli antichi informi (esterne). Poiché si trovavano all'intorno delle figure che rappresentavano costellazioni. Mentre quelle in esse racchiuse si dicevano infigurate (interne)".*

Fig. 2. *Tavola di Meucci con il particolare della iscrizione in caratteri cufici collocata in corrispondenza del Polo Boreale.*

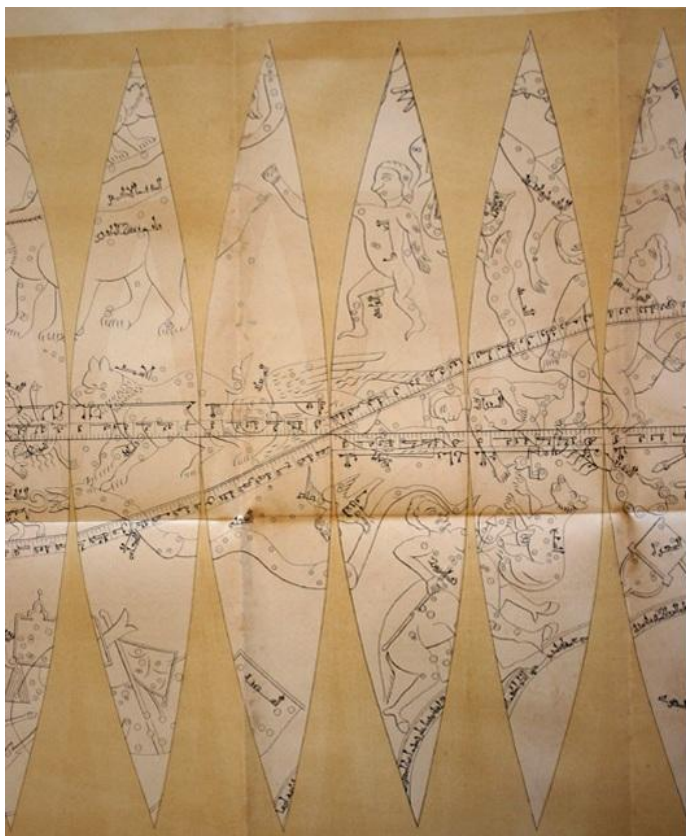



Fig. 4. *Particolare della tavola del Meucci.*

Il quaderno è completato dalle due tavole che stiamo descrivendo: una carta piana, di formato 91x45 cm più volte ripiegata che rappresenta fedelmente i dati contenuti nel globo rappresentandolo suddiviso in dodici fusi di 32,5 cm di diametro, tangenti in corrispondenza dell'eclittica (fig. 4) e una seconda carta che rappresenta il circolo polare antartico del globo, privo di stelle, ma che riporta l'iscrizione arabica in caratteri cufici (fig. 2). La data di produzione del globo ricade quindi tra il 1075 e il 1080. Date interessanti perché particolarmente vicine al 1054, anno che vide l'enorme esplosione di una supernova, quella che ha generato la famosa Nebulosa del Granchio, visibile attualmente al telescopio presso il corno meridionale del Toro. Si calcola che l'esplosione generò una *nuova stella* che dovette rimanere visibile anche di giorno per diverse settimane. Oltre per la sua luminosità questa supernova è famosa nella storia della scienza anche per il fatto che non risulta presente in nessuna delle cronache del tempo, assenza che i filosofi della scienza rimarcano per dimostrare la loro tesi che i paradigmi scientifici e filosofici vigenti in una data epoca escludono spesso dalle loro considerazioni quei fenomeni che non possono essere spiegati dalle loro teorie: Il sistema filosofico del mondo aristotelico-cristiano, vigente per tutto il medioevo, relegava l'apparire e il manifestarsi di fenomeni fisici all'interno della sfera sublunare escludendoli quindi dalle sfere cristalline e immutabili occupate dai pianeti e dalle stelle fisse. Quindi escludeva a priori che si potesse manifestare l'apparizione temporanea di stelle oltre la sfera occupata dalla Luna e pertanto la supernova del 1054, anche se vista, fu subito dimenticata.

Il globo del Meucci può prestarsi pertanto come caso per verificare la validità di questa teoria filosofica. Ho pertanto isolato la zona di cielo intorno al corno meridionale del Toro (fig. 5) cercando di identificare tutte le stelle presenti nel globo abbinandole a quelle numerate da Tolomeo nel suo catalogo.

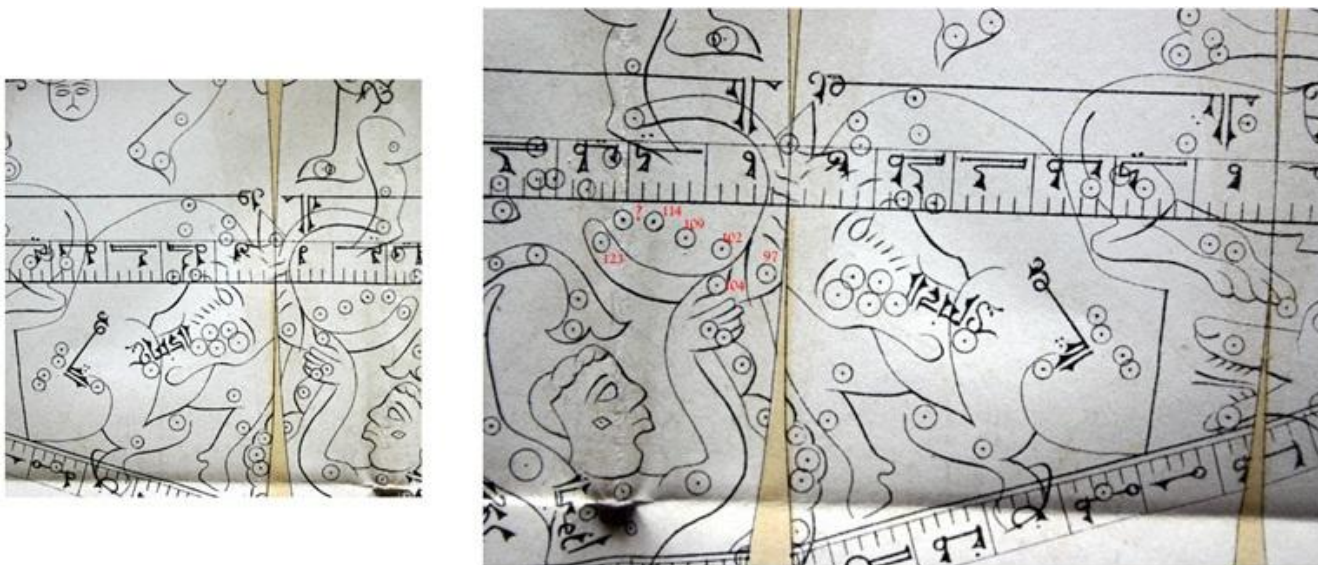



Fig. 5. *Particolare del Toro nella Tavola del Meucci. La seconda immagine è ribaltata per renderla corrispondente con il cielo reale. La stella con il punto di domanda è la più vicina al luogo di apparizione della supernova del 1052.*

Lo scopo di tale lavoro era quello di isolare un'eventuale presenza di una stella spuria e vicina alla posizione attualmente occupata dalla Nebulosa del Granchio. L'operazione è nella pratica molto complessa perché in questa zona del globo sono riportate un numero inferiore di stelle rispetto a quelle riportate nel catalogo di Tolomeo e l'abbinamento non è meccanico. Alla fine del mio esame soltanto una stellina del globo sembrava non compatibile con il catalogo di Tolomeo e abbastanza vicina alla posizione della Nebulosa del Granchio. Ho pertanto interessato del caso il Prof. F. Richard Stephenson, storico dell'astronomia, esperto negli studi storici sulla Nebulosa del Granchio e docente presso l'University of Durham del Regno Unito. Stephenson partendo da una carta attuale della zona di cielo interessata ha calcolato per ogni stella presente di magnitudine inferiore alla 5,5 lo spostamento causato dalla precessione degli equinozi ed è riuscito alla fine a dimostrare per abbinamento che ogni stella del globo che appare nella testa del Toro era già conosciuta da Tolomeo, escludendo così che la stellina da me isolata potesse essere la supernova del Granchio. La mia ricerca pur portando ad un esito negativo è servita comunque per confermare che anche per *Ibrahim Ibn Said as Sahli il pesatore in Valenza,* il costruttore del globo, non valse la pena di ricordare un fenomeno astronomico che la visione del mondo imperante, quella aristotelica, valida anche per gli arabi, riteneva impossibile. Non sarà così invece per un'altra *Stella Nova*, quella scoperta da Tyco Brahe nel 1572 nella costellazione di Cassiopea (Immagine 07) e per la quale l'astronomo, non osservando moti propri e movimento di parallasse, ipotizzò una distanza simile a quella delle stelle fisse. L'apparizione di questa stella produsse tanto clamore da venire riprodotta per molti decenni in quasi tutte le carte stellari, anche quando ormai era scomparsa da tempo, come dimostra la tavola fatta disegnare da Bayer per la sua Uranometria del 1603. Ma in questo caso siamo in un'altra epoca storica, tra Copernico e Galileo, e l'impalcatura del sistema aristotelico, caro anche alla Chiesa Cattolica, incalzato da nuove scoperte dimostrava già delle profonde incrinature.

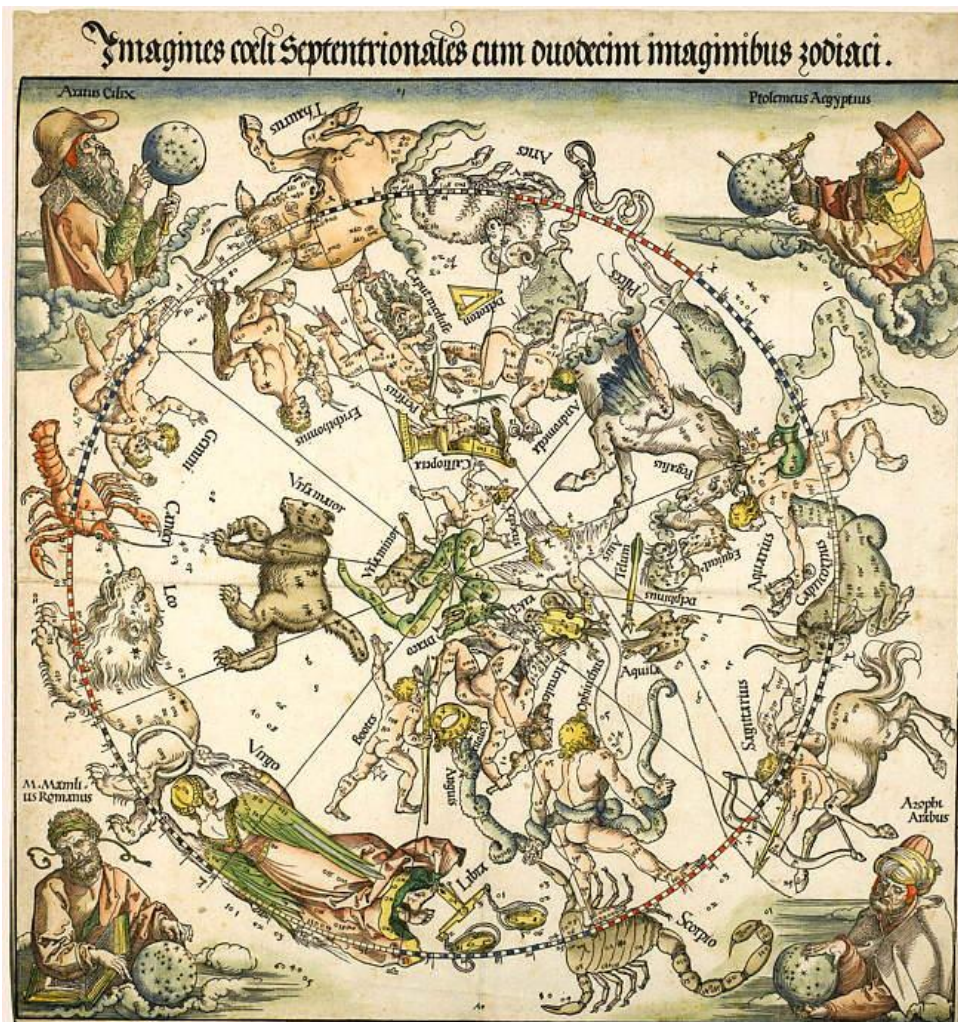



Fig. 6. *Planisfero Boreale di Durer*

Fig. 7. *La nova del 1572 scoperta da Ticho Brahe in una stampa inglese del 1632 .*

Il globo del Museo Galileo di Firenze è il più antico ma non l'unico strumento di origine araba che rappresenti il cielo tolemaico. Nel non lontano 1958 una situazione analoga a quella di Meucci si è riproposta a Parigi, dove, in una vendita all'asta, fece la sua apparizione un altro piccolo globo di rame, di 175 millimetri di diametro, risalente all'anno 539 dell'Hegira, cioè il 1144 dell'era cristiana ed opera di Yunus ibn al-Husain al-Asturlabi. Ce lo ha descritto in una sua dettagliata relazione Marcel Destombes, collezionista e storico dell'astronomia, il cui lavoro ci informa anche dell'esistenza di un altro manufatto conservato al Département des Cartes et Planes de la Bibliothèque Nationale de Paris, un globo anonimo, non firmato, ma che Destombes attribuisce allo stesso autore del globo di Firenze e del quale sarebbe forse più antico di qualche anno.

Secondo Destombes le posizioni delle stelle dei due globi di *Ibrahim Ibn Said as Sahli* sarebbero state tratte dalle Tavole di Toledo, calcolate per il 1067 dall'astronomo arabo Arzachel (Abu Isaac Ibrahim ibn Yaya an-Naqqach).

Almeno un'altra decina di globi arabi in metallo, ma questi tutti di produzione orientale, separano i manufatti che abbiamo visto dalle prime interpretazioni su carta del cielo sferico tolemaico. E' meglio precisare che definisco tolemaiche tutte quelle rappresentazioni del cielo che riportano le stelle secondo la loro posizione in longitudine e latitudine rifacendosi alle tavole redatte da Tolomeo o da esse derivate. Escludo pertanto dalla mia disamina, seppur bellissime, tutte le interpretazioni artistiche che si rifanno ad esempio alle varie traduzioni delle Aratee medievali dove le stelle sono posizionate nel disegno delle costellazioni solo in funzione esornativa e dipendente dal testo poetico che illustrano.

Dobbiamo aspettare il 1515 per avere su carta lavori analoghi a quelli dei globi arabi. Ne è l'autore l'artista tedesco di Norimberga, Albrecht Durer, pittore, incisore, xilografo ma anche matematico che, con caratteristiche analoghe a quelle dei globi celesti ci presenta sul piano due tra le più artistiche rappresentazioni del cielo boreale ed australe (figg. 6, 9). Le due tavole sono xilografie, cioè stampate da incisioni su legno, che permettono di riprodurre su carta innumerevoli copie del documento in oggetto. E' pertanto nella loro alta diffusione che tali documenti presentano un vantaggio rispetto ai globi precedenti. Il nome di Durer , di Stabius e Heinfogel, i due astronomi che collaborarono con l'artista, sono citati negli angoli della tavola originale del 1515: *Ioann Stabius ordinavit, Conradus Heinfogel stellas posuit Albertus Durer imaginibus circumscripsit* (fig. 10).

Johannes Stabius (c.1460–1522), matematico austriaco, si occupò di trasferire sul piano, quindi su due dimensioni, le stelle disegnate sui globi. Scelse la proiezione stereografica, non lineare in latitudine, ma che permette di salvare la posizione relativa tra le stelle e di non dilatare inverosimilmente le costellazioni poste ai margini dell'eclittica.

Conrad Heinfogel, astronomo tedesco dell'epoca, si oc-

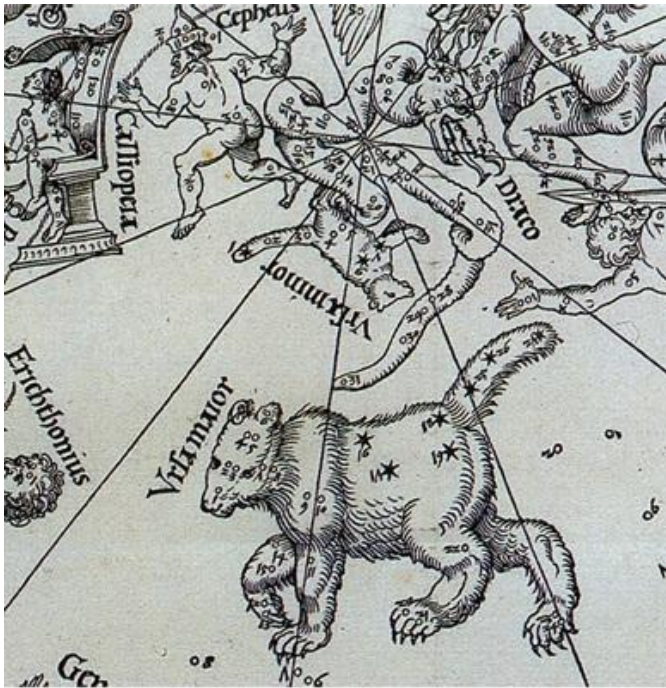



Fig. 8. *Planisfero Boreale di Durer. Particolare con le costellazioni polari.*

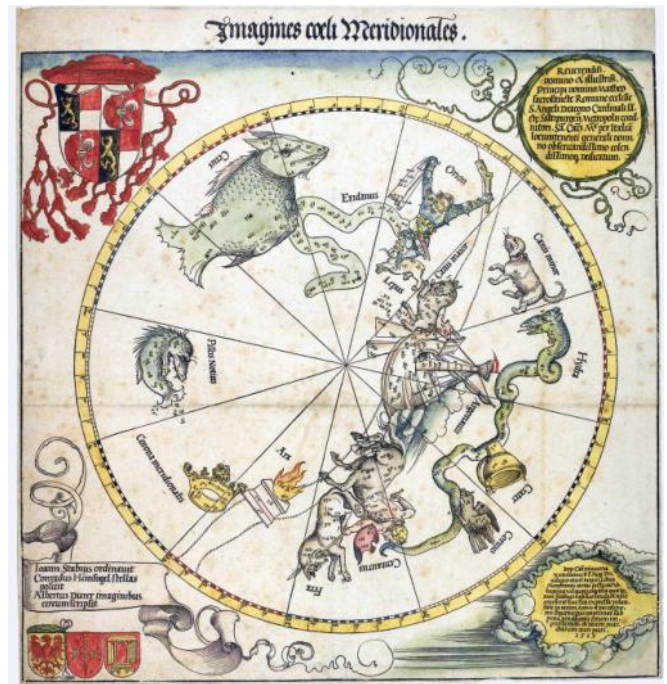



Fig. 9. *Planisfero Meridionale di Durer .*

cupò del calcolo delle posizioni delle stelle. Si tratta effettivamente di un calcolo e non di osservazioni dirette del cielo stellato: la riduzione procedeva a partire da un catalogo precedente sui dati del quale venivano apportate le correzioni indotte dalla precessione degli equinozi, cioè la correzione all'epoca ipotizzata e non quella determinata oggi. Supponendo che Heinfogel abbia lavorato sulle Tavole Alfonsine, la cui compilazione fu organizzata dal re Alfonso X di Castiglia e fu effettuata a Toledo intorno al 1252 da una cinquantina di astronomi, e supponendo che abbia applicato la correzione da precessione degli equinozi conosciuta nel tempo, otteniamo che le stelle delle tavole del Durer furono collocate per un'epoca intorno al 1500, data molto compatibile con l'anno di produzione reale delle mappe.

Se invece partissimo ad esempio dalle tavole dell'Almagesto di Tolomeo e utilizzassimo la correzione da precessione conosciuta oggi valuteremmo in modo errato la data effettiva ottenendo, infatti, con l'approssimazione di pochi anni, il 1450.

Abbiamo detto che le mappe del Durer sono le prime ad apparire su carta e stampate ad alta diffusione, ma non sono le prime in assoluto in quanto hanno come modello due manoscritti, disegnati su pergamena e datati 1503, resi pubblici nel 1943 da un collezionista privato di Amburgo. Delle due carte (Figg. 11 e 13), quadrate con lato di circa 67 cm, ora depositate a Norimberga presso il Germanisches Nationalmuseum con i numeri di inventario Inv.-Nr. Hz 5576 e Inv.-Nr. Hz 5577, ci parla Zofia Ameisenova in un suo libro edito in Polonia nel 1959, dove i due planisferi sono per la prima volta pubblicati. Vengono inoltre ulteriormente descritti da Adèle Lorraine Wörz nella tesi per il suo dottorato in filosofia ottenuto nel 2006 presso l'Università dell'Oregon. Per quanto è a mia conoscenza le due tavole non sono mai state riprodotte in altri lavori. Il doppio manoscritto, opera della stessa mano e che rappresenta i due emisferi celesti, è sicuramente un anticipatore del lavoro del Durer, ha la stessa impostazione della griglia di riferimento, usa la stessa proiezione, rispetto alle tavole del 1515 è arricchito però dalla presenza delle proiezioni dei due circoli polari, è assente invece la riproduzione della Via Lattea. Inoltre nel cartiglio rettangolare posto nell'angolo superiore destro dell'emisfero australe si fa riferimento ad Heinfogel quale curatore del posizionamento delle stelle. Vale anche in questo caso la considerazione sulla precessione degli equinozi che abbiamo fatto per le tavole del 1515 in quanto la posizione delle stelle è pressoché identica. L'interpretazione stilistica delle costellazioni, molto schematica e rigida, in alcuni casi piuttosto naturalistica, vedi ad esempio il Crater nell'emisfero meridionale che è rappresentato come un mastello di legno, non lascia ad intendere che l'autore possa essere stato lo stesso Durer.

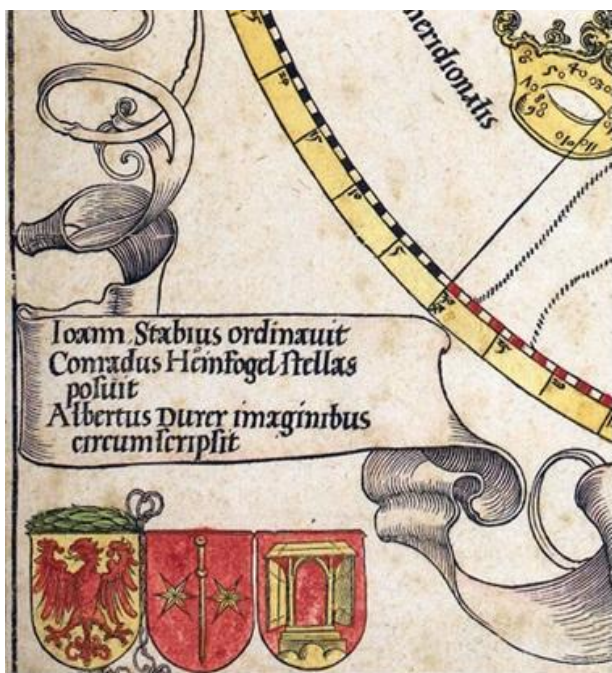



Fig. 10. *Planisfero Meridionale di Durer. Particolare con i nomi degli autori: Stabius, Heinfogel e Durer .*

Fig. 11. *Planisfero Boreale attribuito ad Heinfogel.*

La paternità gli viene però concessa da alcuni studiosi di storia dell'arte che vedono affinità tra le figure allegoriche che contornano le mappe con lavori successivi dell'artista (Figg. 12 e 14).

A mio parere è molto più probabile invece che il lavoro di riduzione tecnica operato dal matematico e dall'astronomo abbiano prodotto innanzitutto i manoscritti del 1503 che poi Durer ha riutilizzato per realizzare in *bella copia* le sue xilografie del 1515.

Oltre alle due tavole di Norimberga conosciamo altri due manoscritti, molto più antichi, che possono aver ispirato i lavori di Durer ed Heinfogel (figg. 15 e 16). Sono attualmente depositati presso la Biblioteca Nazionale Austriaca di Vienna, raccolti insieme ad altro materiale di carattere astronomico a formare il cosiddetto Manoscritto di Vienna, collocato con il codice MS 5415. La prima tavola rappresenta il planisfero celeste boreale, misura circa 37 cm per 28, è collocato con il codice MS 5415, fol. 168 r, ed è apparso già più volte nella letteratura che riguarda la cartografia celeste. Il secondo documento, quello dedicato al cielo australe, non è praticamente stato mai pubblicato essendo apparso a bassa definizione soltanto nel volume di tiratura limitata della Zofia Ameisenowa.

Vi fanno riferimento John Brian Harley e David Woodward nella loro monumentale opera *The History of Cartography* del 1992, dove però indicano in modo errato il riferimento di collocazione presso la Biblioteca di Vienna, cosa che non mi ha facilitato il lavoro di reperire la mappa e che in parte può anche giustificarne l'assenza nella letteratura storica, anche quella recente. Devo ringraziare l'intervento della bibliotecaria della Biblioteca di Vienna, la Dottoressa Eva Farberger che si è resa disponibile a cercare il documento senza utilizzare il codice di collocamento, trovarlo e spedirmelo. Questo secondo manoscritto, quasi quadrato, ha i lati che misurano 31 cm per 28,5 e porta il codice di collocamento MS 5415, fol. 170 r. In questo documento è rappresentato il

Fig. 12. *Planisfero Boreale attribuito ad Heinfogel. La Terra, uno dei quattro elementi, ed i pianeti associati.*

cielo meridionale, è costruito con le stesse caratteristiche di quello boreale ma è incompleto nella definizione della scala graduata dell'eclittica e manca la proiezione dell'equatore.

Vi é invece disegnato il tracciato della Via Lattea meridionale. La mappa colpisce per l'originalità dell'interpretazione stilistica delle costellazioni, in particolare il Crater che è rappresentato come un tino in legno per la raccolta dell'uva. I nomi delle costellazioni sono riportati in latino mentre per i numerosi nomi delle singole stelle prevalgono quelli di origine araba. L'origine di queste due carte manoscritte, databili intorno al 1440, è al momento sconosciuta.

Sul loro possibile autore sono state fatte diverse ipotesi, la più attendibile, ma secondo me ancora da verificare, è quella che lo indica nella figura di Johannes von Gmunden (circa 1384- 1442), astronomo e matematico austriaco. Questa tesi è sostenuta in particolare da Paul Kunitzsch, studioso di storia dell'astronomia medievale, e si basa sulle affinità di queste tavole con un catalogo stellare, questo sicuramente ascrivibile a Johannes von Gmunden, contenuto nello stesso manoscritto MS 5415 dal foglio 217 al 251. Le affinità riguardano particolarmente quelle dello stile di rappresentazione delle figure delle costellazioni che accompagnano i due lavori e la scrittura dell'amanuense che le ha redatte (figg. 19 e 21).

I due planisferi sono realizzati a due colori, in rosso vengono identificate le stelle interne al disegno della costellazione, quelle che Tolomeo definisce infigurate, in nero quelle esterne, le informi di Tolomeo.

Il rosso, oltre ad alternarsi al nero ogni 30 gradi nel computo della longitudine eclittica, viene utilizzato per i nomi delle stelle e delle costellazioni e per il doppio tracciato della proiezione dell'equatore. Il planisfero nord riproduce in proiezione convessa le costellazioni tolemaiche boreali e quelle zodiacali riportando anche il numero di classificazione stellare dell'Almagesto, le stelle sono disegnate in proiezione eclittica. Sul margine destro della tavola sono abbozzate anche le costellazioni dell'Altare e della Corona meridionale, prive di stelle, che verranno inserite complete nel manoscritto che riproduce il cielo australe. L'eclittica è suddivisa in spicchi di trenta gradi la cui alternanza è messa in evidenza dal colore delle tacche, prima il nero e poi il rosso; curiosamente il computo dei gradi all'interno degli spicchi è cadenzato da una non comune progressione di sei in sei. La carta è stata elaborata con molta precisione e rigore e si allontana fortemente in quanto a contenuto scientifico dai disegni delle costellazioni che corredano i testi delle Aratee e delle Favole di Igino del periodo, tanto da poterla considerare la capostipite di tutte le carte scientifiche successive.

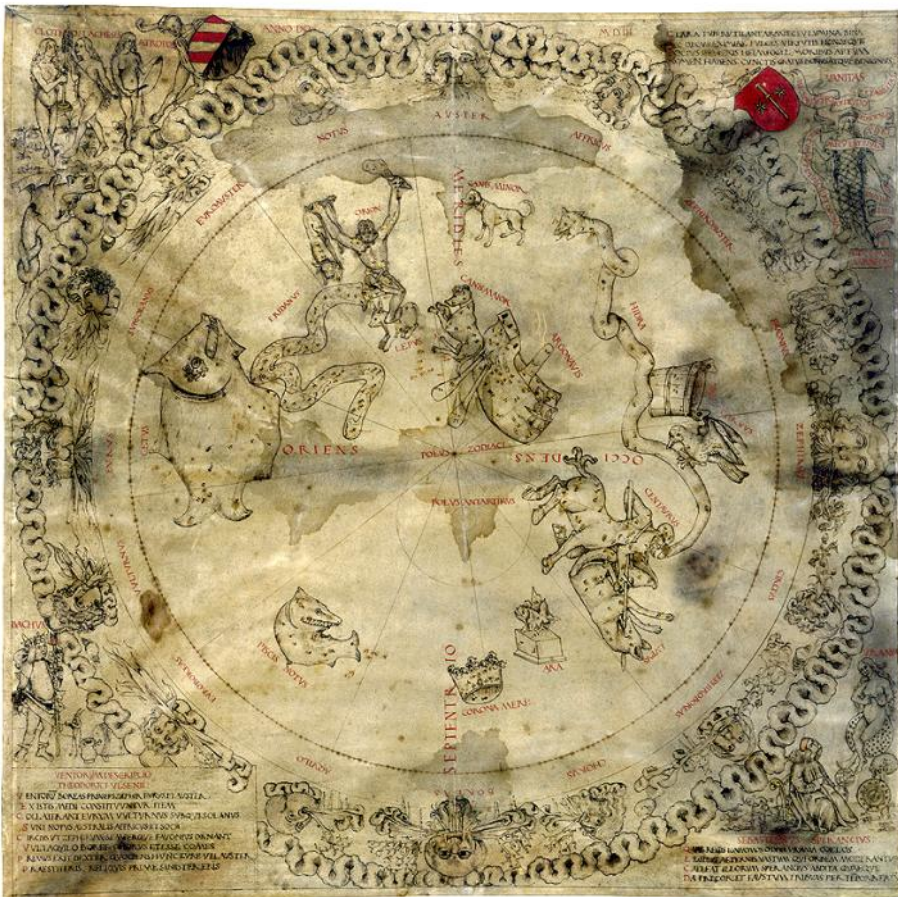



Fig. 13. *Planisfero Meridionale attribuito ad Heinfogel.*

Fig. 14. *Planisfero Meridionale attribuito ad Heinfogel. Figura allegorica della Vanitas.*

Anticipa di almeno settanta anni la tavola del Durer del 1515 e rispetto a questa, generalmente considerata come il prototipo delle carte celesti, fornisce più informazioni perché riporta anche la proiezione del polo nord, del circolo boreale e anche, e questo risulterà particolarmente importante, una parte di quello equatoriale.

La presenza nella tavola della proiezione dell'equatore e dei suoi punti di intersezione con l'eclittica ci permette infatti di apprezzare e calcolare il valore della precessione degli equinozi per il quale sono state posizionate le stelle e quindi di stabilire con una certa precisione la data di produzione della mappa. Identificando nella costellazione della Vergine la stella eta Virginis (fig. 22), la numero 6 nella tavola del manoscritto che riprende la numerazione dell'Almagesto di Tolomeo, possiamo facilmente calcolare che dista dal punto equinoziale autunnale di circa -3 gradi di longitudine eclittica, con una differenza quindi di circa 8 gradi da come viene ad esempio riportata attualmente nel Millenium Star Atlas dell'anno 2000. La precessione degli equinozi produce una differenza in longitudine eclittica di 50,33" all'anno, 8° equivalgono quindi a circa 570 anni. Tale è pertanto la differenza tra la produzione del Millenium Star Atlas del 2000 ed il manoscritto che può essere quindi datato per il 1430, con uno scarto di soli dieci anni dalla data indicata da Kunitzsch. Rimane però a questo punto il problema che il valore della precessione di 50,33” all’anno che ho utilizzato nel mio calcolo è quello conosciuto attualmente e non quello ritenuto valido nel quattrocento. Perché allora non constatiamo

Fig. 15. *Manoscritto di Vienna. Emisfero Boreale*

Fig. 16. *Manoscritto di Vienna. Emisfero Australe*

Fig. 17. *Manoscritto di Vienna. Emisfero Boreale. Le costellazioni attraversate dalla Via Lattea.*

la stessa discrepanza che avremmo trovato utilizzandolo per le mappe del Durer?

Abbiamo visto, a differenza dalle tavole di Durer e da quelle del 1503, che nella mappa di Vienna del cielo boreale appare una sezione del circolo equatoriale grazie alla quale ho potuto operare il calcolo della precessione con precisione. La presenza di tale sezione insieme all'esattezza della posizione delle stelle per il 1430-40 può indurre a pensare che il Gmunden non abbia calcolato le posizioni per riduzione da un altro catalogo antico ma che in qualche modo abbia utilizzato delle vere osservazioni, prodotte da lui stesso o da un altro astronomo del periodo. Se questa ipotesi è valida il manoscritto di Vienna sarebbe quasi una fotografia del cielo di allora le cui stelle andrebbero a collocarsi quasi spontaneamente rispetto all'intersezione di quel tempo tra l'eclittica e l'equatore. Sarebbe dopo tanti secoli il primo manufatto eseguito su osservazioni recenti.

Fig. 18. *Manoscritto di Vienna. Emisfero Boreale. Arturo e Bootes.*

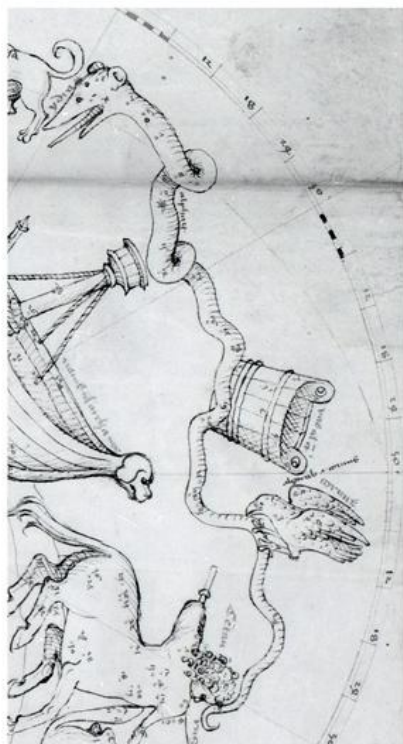
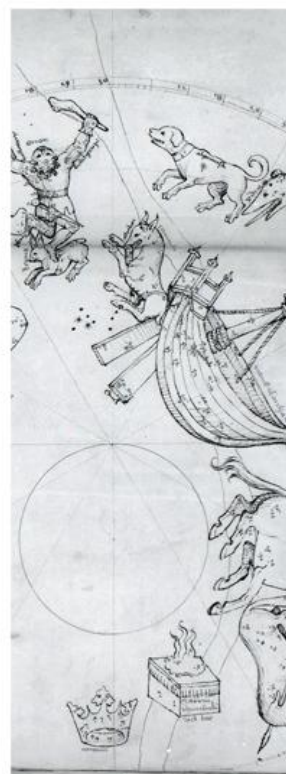



Fig. 19. *Manoscritto di Vienna, Emisfero Meridionale. Idra*

Fig. 20. *Manoscritto di Vienna, Emisfero Meridionale. Le costellazioni attraversate dalla Via Lattea*

E' quello che ipotizza Adèle Lorraine Wörz nella sua tesi congetturando che l'autore del Manoscritto di Vienna abbia utilizzato un catalogo allora recentissimo, il *Khaqani zij*, prodotto dall'astronomo islamico al- Kashi. Questi era stato invitato da Ulug Beg a Samarcanda nel 1420 dove giocò un ruolo fondamentale nella realizzazione del famoso osservatorio astronomico, inaugurato verso il 1429, e nell'attrezzarlo dei relativi strumenti di osservazione. I lavori eseguiti da Ulug Beg, da al-Kashi e da circa altri sessanta scienziati portarono alla pubblicazione delle *tabelle sultaniali* (*zij-e soltāni*), apparse nel 1437 ma migliorate da Ulug Beg fino a poco prima della sua morte avvenuta nel 1449. Anche nella realizzazione di queste tavole furono utilizzati i dati delle *Khaqani zij* di al-Kashi. Il possibile collegamento tra il manoscritto di Vienna ed il lavoro degli astronomi di Samarcanda è ulteriormente avvalorato dall'uso dei nomi arabi di molte stelle, alcuni dei quali utilizzati per la prima volta, presenti nei due planisferi di Vienna (fig. 18). Il Manoscritto di Vienna, al di là che venga definitivamente dimostrata la tesi che ho esposto, è un documento fresco pieno di fascino e senz'altro più ricco di informazioni e più originale di quanto lo siano i planisferi del 1503 e del 1515. Lo dimostrano la presenza della Via Lattea (figg. 17 e 20), del circolo equatoriale e dei circoli polari, la concordanza delle posizioni stellari con il reticolo di riferimento, la numerazione di sei in sei gradi, la ricca nomenclatura originale delle stelle nonché la freschezza dello stile di rappresentazione delle costellazioni. Elementi che insieme combinati lo fanno diventare un archetipo dal quale non ha potuto esimersi dal prendere ispirazione lo stesso Durer per realizzare le sue due ben più fortunate mappe.

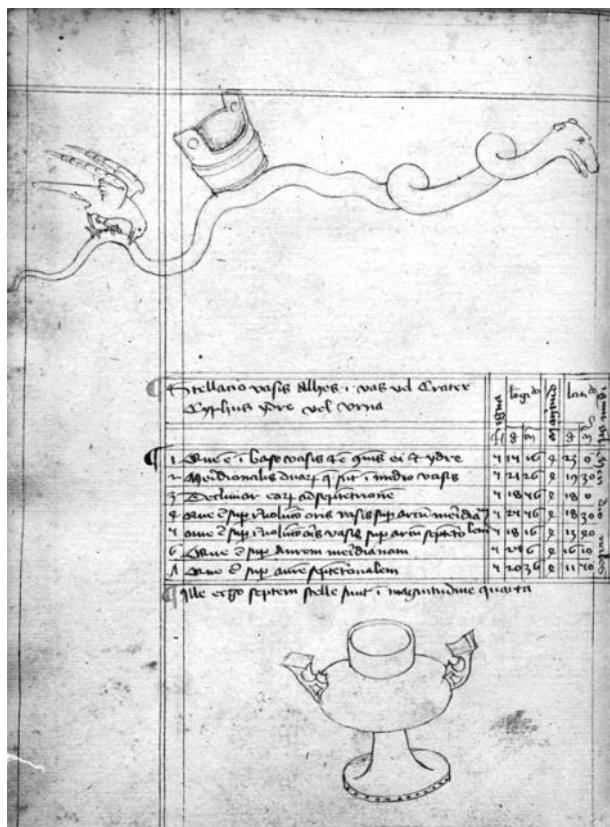



Fig. 21: *Manoscritto di Vienna MS 5415, Fol 247 v, Idra .*

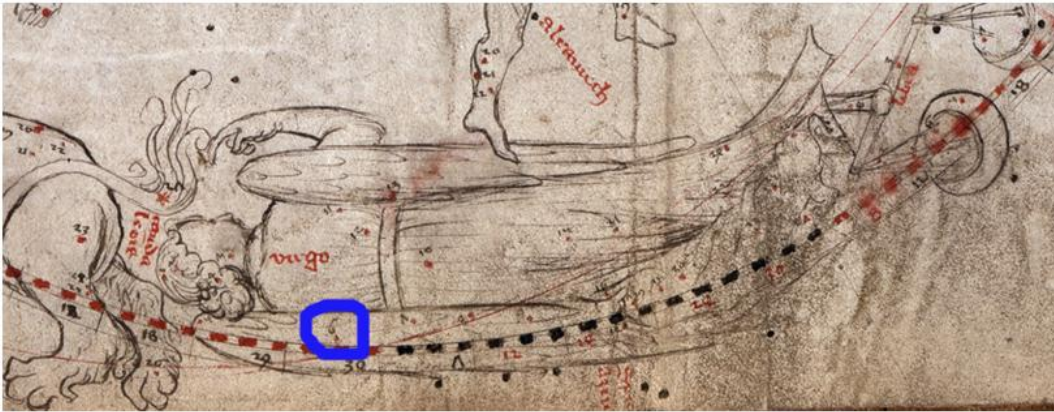



Fig. 22. *Particolare del Manoscritto di Vienna che riproduce nell'Emisfero Boreale la costellazione della Vergine. La stella evidenziata, numero 6 del catalogo di Tolomeo, è la Eta Virginis.*

Bibliografia:

- Ferdinando Meucci, *Il Globo Celeste Arabico del secolo XI*, Firenze 1878
- L'articolo da pag. 112 a pag. 118, realizzato con l'apporto di Paul Kunitzsch, in Elly Dekker, *Catalogue of Orbs, Spheres and Globes*, Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze, Giunti 2004.
- M. Destombes, *Un Globe Céleste arabe du XII siècle*, Comptes-rendu des séances de l'Académie des inscriptions et belles-lettres, volume 102, Paris , 1958
- M. Destombes, *Globes Céleste et catalogues d'etoiles orientaux du Moyen Age*, Acte du VIII Congrés International d'Histoire des Sciences, Florence, 1956
- Zofia Ameisenowa, *The Globe of Martin Bylica of Olkusz and celestial maps in the east and in the west*, Zaklad Narodowy Imienia Ossolinskich Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wroclaw-Cracow 1959, opera molto rara, tiratura di sole 500 copie.
- Adèle Lorraine Wörz, *The Visualisation of Perspective Systems and Iconology in Durer's Cartographic Works*, Oregon State University, 2007
- Rudolf Simek, Kathrin Chlench, *Johannes von Gmunden*, Studia Medievalia Septentrionalia, Fassbaender, Wien, 2006
- I documenti descritti in questo articolo possono essere esaminati nei particolari in www.atlascoelestis.com.
- *Il Globo Celeste Arabico del secolo XI,* Firenze 1878: http://www.atlascoelestis.com/Meu%20Pagina%20base.htm
- *Manoscritto di Vienna: MS 5415 fol. 168r* (Oesterreichishe Nationalbibliothek Wien), 1440 circa: http://www.atlascoelestis.com/MS%205415fol168%20Pagina.htm
- *Manoscritto di Vienna: MS 5415 fol. 170r* (Oesterreichishe Nationalbibliothek Wien), 1440 circa: http://www.atlascoelestis.com/MS%20170%20Pagina.htm
- *Conrad Heinfogel, Die Karte des Nördlichen Sternenhimmels, Inv.-Nr. Hz 5576, Manoscritto del 1503*, Germanisches Nationalmuseum, Nürberg: http://www.atlascoelestis.com/HZ%205576%20Pagina%20base.htm
- *Conrad Heinfogel, Die Karte des Südlichen Sternenhimmels, Inv.-Nr. Hz 5577, Manoscritto del 1503*, Germanisches Nationalmuseum, Nürberg: http://www.atlascoelestis.com/HZ%205577%20Pagina.htm
- *Albrecht Durer, Imagines coeli Septentrionales cum duodecim imaginibus zodiaci et Imagines coeli Meridionales,* Norimberga, 1515: http://www.atlascoelestis.com/durer.htm

Video su YOUTUBE:

http://youtu.be/oUGL1CG5ohw
http://youtu.be/HivD769zVp8
http://youtu.be/TwKKu4fyQiQ
http://youtu.be/SbmqAlmRde8

Felice Stoppa di Milano lavora nel campo dell'editoria scolastica da oltre quarant'anni. Cultore di storia dell'astronomia ha ristampato filologicamente i più importanti atlanti celesti classici. Dirige il sito www.atlascoelestis.com dedicato alla storia della cartografia celeste.

IL TASSO DI FORMAZIONE DELLE STELLE

IL GRANDE SCONOSCIUTO DELL'UNIVERSO

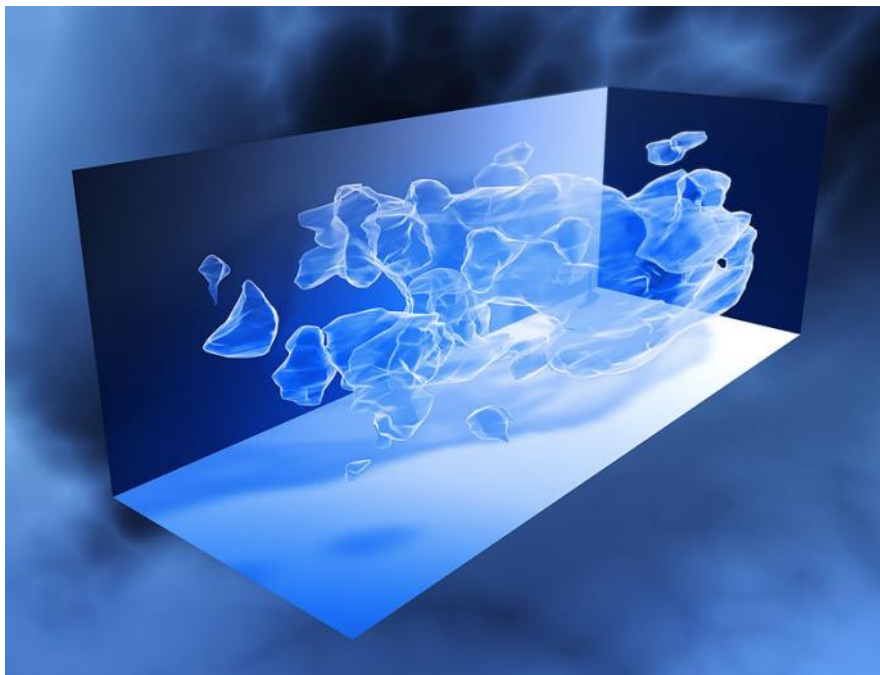
Lorenzo Brandi
lbrandi@email.it

Zona di formazione di stelle nella nebulosa Rosetta

INTRODUZIONE

L'astronomia osservativa prende in esame due tipologie complementari di fenomeni. Il più delle volte si concentra sull'attenta osservazione di fenomeni ciclici, come il sorgere o il tramontare di un astro o l'alternarsi delle stagioni, altre volte il fenomeno è di natura irreversibile ed ha luogo una sola volta. Nei primi casi si è più fortunati perché ad uno sbaglio, ad una mancata calibrazione, ad un errore sistematico si può porre rimedio. Nei fenomeni di natura irreversibile, viceversa, l'errore di una sola volta può essere pagato a caro prezzo perché potrebbe non aver più luogo.

L'Universo è un sistema dinamico in continua evoluzione e dunque la cosmologia, che si interessa delle strutture a grande scala e ne studia l'evoluzione, è il più delle volte alle prese con fenomeni e processi irreversibili.

Gli eventi di maggior rilievo attualmente aperti alle indagini sono, oltre a quelli legati ai primi istanti di vita, la formazione delle strutture e, di conseguenza, l'aspetto dell'Universo a varie epoche, il problema della materia oscura, http://it.wikipedia.org/wiki/Materia_oscura , e la relazione con quella barionica, http://it.wikipedia.org/wiki/Materia_scura_barionica, il destino ultimo. Un ruolo di rilievo legato a queste problematiche è costituito dalla formazione delle stelle nelle galassie. Fra i vari fenomeni presi in esame dalla cosmologia osservativa, al giorno d'oggi la formazione stellare (SF dall'inglese *star formation*, d'ora in avanti) è un ambito poco studiato per quanto sarebbe fondamentale per dare un qualcosa in più nell'ambito dell'aspetto dell'Universo alle varie epoche. Certamente riscuote poco interesse fra i *media*, anche di quelli attenti a fare della buona divulgazione, perché al fenomeno non si associano grandi energie come nei nuclei galattici attivi, nei quasar, nelle radiogalassie, né scenari apocalittici come in prossimità dei buchi neri.

Mappa tridimensionale della distribuzione della materia oscura. Credits: NASA, ESA and R. Massey (California Institute of Technology)

Anche la comunità scientifica però rimane piuttosto fredda nei confronti della tematica, forse perché, nonostante l'importanza che essa riveste, non siamo in grado di definirla con considerevole precisione. Ad ogni modo massicce campagne di osservazione, come ad esempio il consorzio italo-francese VIRMOS dimostrano che in realtà l'attenzione di alcuni cosmologi è sempre desta.

COS'E' LO SFR

Va precisato che a livello cosmologico più che la formazione stellare in sé interessa un altro valore, strettamente legato ad esso, vale a dire il tasso di formazione stellare (denominato SFR dall'inglese *star formation rate*). Per fare una facile analogia sarebbe come interessarsi all'indice di natalità per chilometro quadro di una determinata regione piuttosto che stabilire quante sono le nascite. Naturalmente però, se conosco quanti bambini sono nati, dividendo per l'estensione della regione ricavo automaticamente il valore che mi interessa. Esso discende quindi direttamente dalla formazione stellare.

Prima però di preoccuparci di contare il numero di stelle che si formano nelle recedenti, lontane galassie, lanciamo un'occhiata dentro la nostra e vediamo il fenomeno con un certo dettaglio.

Particolare della nebulosa di Orione (M42, NGC 1976), dall'Hubble Space Telescope.

Credit: NASA, ESA, and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

Cosi' doveva presentarsi il proto-Sole con i planetesimi in formazione nel disco protoplanetario.

LA FORMAZIONE STELLARE

Le stelle paiono formarsi laddove vi sono nubi di gas e polveri in contrazione. Osservando la Galassia nella sua interezza sono molte le regioni di formazione stellare. La regione più nota è probabilmente la nebulosa di Orione, distante 1350 anni luce dove un inviluppo gassoso ha già dato vita ad un certo numero di stelle e nel futuro ne creerà ancora. Sembra che questo sia lo scenario più comune. Infatti la formazione di stelle multiple, come si dice "a grappolo", è molto più facile di quanto non sia la formazione di una singola stella, molto massiccia. Statistiche alla mano le stelle multiple sono più abbondanti delle singole stelle.

All'origine della contrazione di una nube protoplanetaria vi è sempre una perturbazione gravitazionale. Essa può scaturire dall'esplosione di una supernova, come pare essere successo circa 5 miliardi di anni fa alla nube che ha originato il nostro Sole, oppure da processi di dinamica globale come il passaggio di un braccio di spirale o fenomeni simili o anche in concomitanza con uno scontro (*merging*) fra galassie. Oltre alla Galassia il potere risolutivo dei nostri strumenti ci permette di vedere la formazione delle stelle anche in alcune galassie dell'Ammasso Locale. Poiché il fenomeno avviene nella stessa maniera abbiamo motivo di ritenere che in tutte le galassie il fenomeno, almeno nelle sue linee essenziali, sia sempre lo stesso. La determinazione del tasso di formazione stellare nelle galassie lontane viene quindi calibrato sulle galassie vicine e quindi estrapolato ad una distanza qualsiasi nell'Universo.

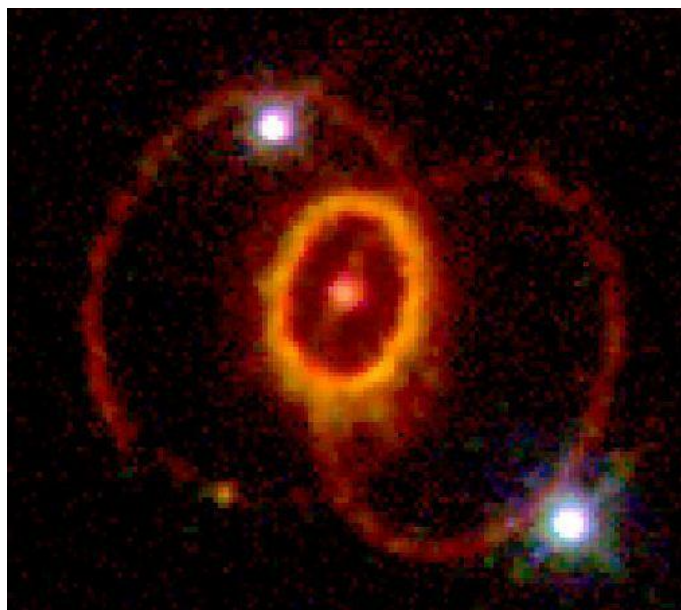
Scontro tra le galassie NGC 5427 (in basso) e NGC 5426. Credit: Gemini South Telescope

Come vedremo però il procedimento è più complesso del previsto poiché le stelle, prima che si inneschino le reazioni termonucleari, non brillano di luce propria. La loro individuazione è pertanto impossibile. Anche dopo che hanno avuto inizio le reazioni termonucleari comunque non è detto che si abbia a disposizione il dato visivo. Se la galassia in esame è estremamente lontana riusciamo a vedere le stelle brillanti ma l'individuazione di stelle deboli risulta una missione senza speranza. Per giunta, quando le galassie sono particolarmente distanti, anche le stelle brillanti divengono tanto deboli da non poter essere esaminate con una certa facilità. L'unico dato visivo che un singolo astro produce e che noi possiamo vedere è l'esplosione come supernova al termine della vita delle stelle, e questo vedremo dopo ci tornerà utile anche per calcolare la formazione stellare. A rendere lo scenario ancora più complesso va messo pure in conto che la luce proveniente dalle stelle lontane può subire attenuazioni durante il tragitto, oltre allo spostamento della radiazione verso il rosso noto col nome di *redshift,* anche per altri motivi come l'attenuazione per la presenza di polveri. Si tratta del fenomeno noto col nome di *reddening*.

METODI DI INDAGINE DELLA FORMAZIONE STELLARE

Come quasi ogni settore dell'astrofisica anche lo studio della formazione stellare viene effettuato mediante l'analisi della radiazione elettromagnetica a particolari lunghezze d'onda. Fino al recente passato venivano sfruttate solo quattro finestre: la radiazione ultravioletta, le righe d'emissione dell'idrogeno e dell'ossigeno (più in particolare l'Hα e l'[O II]) nella banda visibile, la radiazione infrarossa ed infine la banda radio (si veda ad esempio Kennicutt, 1998, per una panoramica: http://adsabs.harvard.edu/abs/1998ESASP.429...81K).

Recentemente sono state avanzate campagne volte ad ottenere informazioni sullo *star formation* dai dati in banda X. La radiazione ultravioletta fornisce indicazioni di una simile attività poiché le stelle massicce denominate stelle di tipo O e B della classificazione di Pickering (approssimativamente fra 5 e 8 volte la massa solare e più) irradiano principalmente in questa banda. Poiché le stelle menzionate hanno vita molto breve rispetto alla vita media della galassia che le ospita (qualche decina di milioni contro miliardi di anni) la loro presenza è un indicatore dell'attività di formazione stellare recente. La radiazione ultravioletta emessa dalle stelle massicce può anche essere assorbita dagli atomi di idrogeno del mezzo interstellare e riemessa a frequenze inferiori. La riemissione di righe cosiddette nebulari quali l'Hα è quindi una testimonianza diretta della presenza di una popolazione stellare giovane che emette radiazione a frequenze superiori rispetto al limite costituito dalla Ly- Lα righe proibite, come quelle della struttura fine, non sono direttamente accoppiate con la luminosità ionizzante, ma dipendono dal parametro di ionizzazione (a sua volta funzione della geometria, della densità, della riflettività della superficie) e dalla composizione chimica del gas. Il doppietto proibito dell'[O II] a 372,7 nm è strettamente correlato, in termini di intensità, con l'Hα ed ha il pregio di essere accessibile in un ampio intervallo di *redshift* cosicché, calibrato empiricamente, fornisce anch'esso una stima accurata, sia pure indiretta, dello SF.

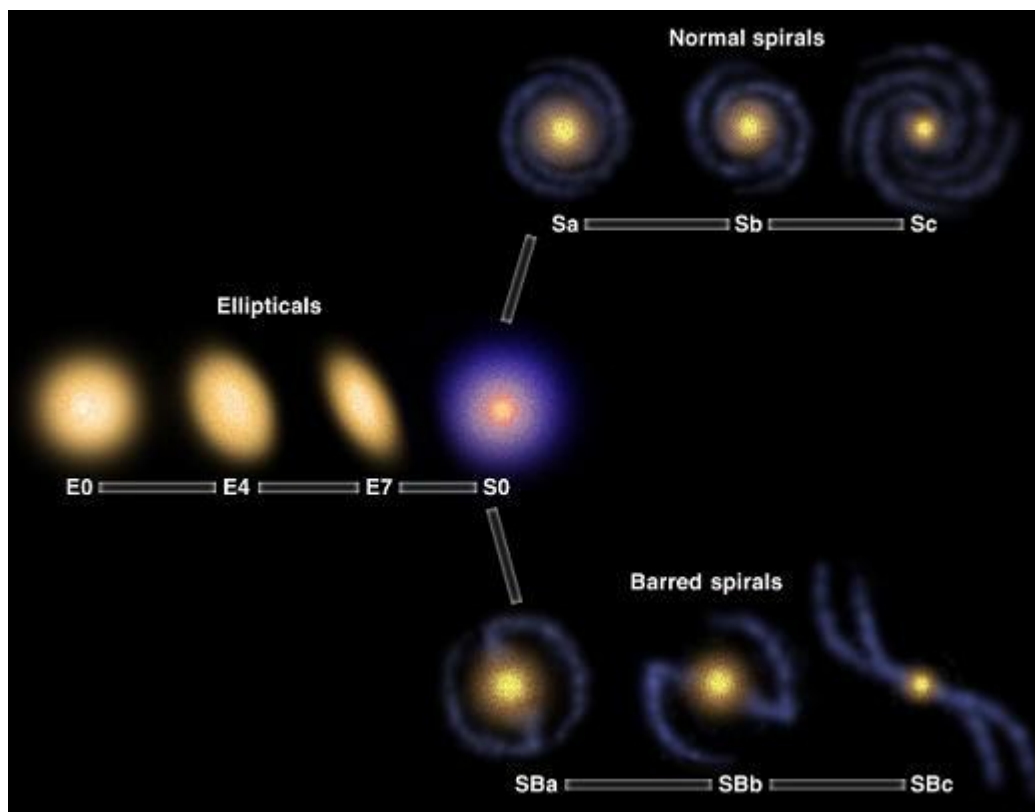
La radiazione infrarossa è emessa dalle polveri scaldate dalla radiazione emessa da stelle giovani e pertanto è un indice diretto di formazione stellare delle galassie otticamente spesse. Le stelle più massicce, terminata la loro breve esistenza, esplodono dando luogo al quel fenomeno chiamato supernova.

Gli anelli di materiale eiettati dall'esplosione della SN 1987.

In tali esplosioni si accelerano elettroni a velocità relativistiche e, muovendosi nel campo magnetico della supernova, emettono radiazione di sincrotrone nella banda radio. Tale radiazione, una volta emessa, prosegue pressoché indisturbata attraverso la galassia dove si è prodotta ed il mezzo intergalattico. Lo studio in tale banda dà quindi una stima diretta del tasso di mortalità stellare. Sì, proprio di mortalità stellare, non di natalità. Ma poiché le stelle massicce hanno vita breve, comparata ai tempi scala di evoluzione galattica, nascita e morte possono considerarsi fenomeni quasi contemporanei, per queste stelle massicce. Tornando all'analogia sulla popolazione umana, sarebbe un po' come se ci si volesse fare un'idea di quanti bambini sono nati calibrandolo opportunamente sulla mortalità infantile e contando il numero di tombe di bimbi in un cimitero.

Di conseguenza la valutazione delle esplosioni di supernova, opportunamente calibrato, fornisce automaticamente anche il tasso di formazione stellare. La banda radio, rispetto alle altre, gode della proprietà di non essere assorbita, non necessitando quindi di complesse procedure per tener conto dell'attenuazione subita dalla radiazione. Anche la banda X, specialmente quella "hard", cioè a più alta energia, che al pari di quella radio gode della proprietà di non essere assorbita dal gas e dalle polveri interstellari se non in condizioni estreme, è indizio di attività di stelle massicce ed oggi, grazie al sempre più frequente impiego di telescopi in orbita è possibile investigare lo SF anche in questa regione spettrale, inaccessibile da Terra.

In tutti questi casi si ottengono stime di SF, dirette o indirette, relative sempre alle stelle massicce. Le conoscenze astrofisiche indicano che a fronte di una certa produzione di stelle di grande massa se ne formano anche in quantità nettamente superiori di massa più piccola, le quali sono incapaci di irradiare a brevi lunghezze d'onda (e di conseguenza vengono mancate in tali ispezioni) e sono incapaci di produrre quei fenomeni che vengono presi in considerazione con questi indicatori.
Se però dall'Universo vicino, e più precisamente dalla nostra Galassia, desumiamo una funzione che ci consente di stabilire in quali rapporti stanno le stelle di tipo O e B rispetto al totale, possiamo stabilire lo SF globale pur senza averne una visione diretta. La funzione che determina il rapporto fra il numero di stelle massicce e tutte le altre è chiamato IMF (dall'inglese *Initial Mass Function*). Il coefficiente moltiplicativo da apporre ai singoli metodi utilizzati dipenderà dalla forma dell'IMF e dal valore di soglia scelto.
La questione è estremamente complessa ed ha visto coinvolte schiere di astrofisici che hanno cercato di affinare sempre più l'IMF. Noi ci possiamo accontentare di dare l'ordine di grandezza secondo uno dei più accreditati modelli: nella nostra Galassia per ogni stella di tipo O ce ne sono 3400 di tipo B, 17000 di tipo A, 85000 di tipo F, 221000 di tipo G, come il Sole, 255000 di tipo K e 1700000 di tipo M. Anche se con ogni probabilità la distribuzione andrà rivista nella coda delle stelle più fredde, secondo questa statistica, approssimativamente, per ogni stella che vediamo (di tipo O e B) ce ne sono 500 invisibili. Queste 500 stelle però sono poco massicce, pertanto il loro contributo in termini di massa è poco significativo.

STRUTTURE A GRANDE SCALA DELL'UNIVERSO

Prima di tornare ad occuparci di formazione stellare dobbiamo effettuare una digressione sulla struttura dell'Universo. Gli ammassi sono le più grandi strutture legate gravitazionalmente che esistano nell'Universo, con dimensioni di qualche megaparsec e una massa dell'ordine di 100 mila miliardi di masse solari di cui circa l'1% è concentrato nelle singole galassie, il 10% circa è costituito da barioni diffusi ionizzati ad alta temperatura ed il resto è costituito da materia oscura. Il tenue mezzo fra ammasso ed ammasso è il principale responsabile della radiazione emessa nella banda X. Il fatto che solo una piccola frazione della massa complessiva emetta radiazione costituisce una grossa difficoltà nel determinarne il valore complessivo, da cui l'esigenza di affidarsi a modelli teorici in grado di stabilire la distribuzione all'interno degli ammassi e di studiare i profili di densità e di potenziale.

Classificazione delle galassie su base morfologica.

Le galassie, date le loro dimensioni, sono i mattoni fondamentali costituenti le strutture dell'Universo. Al loro interno si ripropone uno scenario analogo a quello degli ammassi. Esse infatti sono costituite da stelle che contengono una frazione della massa totale, separate da ampie regioni permeate dal rarefatto mezzo interstellare. Le grandezze intrinseche più importanti che caratterizzano una galassia sono l'età, la morfologia, il contenuto di metalli, il quale a sua volta si riflette sull'indice di colore, il rapporto massa-luminosità, il tasso di formazione stellare, appunto. Questi parametri sono tutti correlati tra loro e danno indicazioni utili oltre che per distinguere e selezionare le galassie in varie classi, anche per desumere parametri cosmologici importanti in altri ambiti. Storicamente una prima classificazione si basò sulle caratteristiche morfologiche, osservabili nella banda ottica. Secondo tale classificazione, ideata da E. Hubble, le galassie si suddividono in ellittiche (da E0 a E7 a seconda di quanto spinto sia il rapporto tra il semiasse maggiore e gli altri), lenticolari (S0), spirali (barrate e non; SBa, SBb, SBc e Sa, Sb, Sc) ed irregolari (Irr). Circa il 98% delle galassie brillanti ricade in una di queste classi. Recentemente le osservazioni spettroscopiche hanno mostrato che l'andamento dello spettro globale varia lungo la sequenza di Hubble. In particolare il continuo e le righe di assorbimento di stelle K dominano nelle galassie dei primi tipi, mentre righe tipiche delle stelle A e righe di emissione nebulare sono caratteristiche delle galassie degli ultimi tipi. Gli spettri integrati, contenendo i contributi di tutti i tipi spettrali, danno un'indicazione del rapporto fra stelle giovani (con vita minore di un miliardo di anni) e vecchie (da 3 a oltre 10 miliardi di anni). Questo permette di usare i colori osservati per determinare la frazione di stelle giovani, indizio di SF negli ultimi anni. Naturalmente, in termini astronomici, gli ultimi anni sono sempre un qualcosa che va intorno ai 100000 anni. Abbiamo già detto come le stelle si formano dal gas del mezzo interstellare. Un altro elemento interessante da non sottovalutare è come durante la loro vita (ed in particolar modo alla loro conclusione) evolvano e rilascino in esso una frazione della loro massa. Questo gas è arricchito da elementi pesanti prodotti dai processi di nucleosintesi stellare. Poiché la quantità di gas che ritorna nel mezzo interstellare e l'arricchimento stesso sono dipendenti dalla massa stellare ed ancora, essendo il tempo di vita della stella dipendente dalla sua massa, la conoscenza del rapporto di masse fra i vari elementi nel mezzo interstellare di quella galassia e lo SF diventano importanti ai fini di una migliore comprensione dell'evoluzione della galassia e quindi dell'intero Universo. Le galassie ellittiche, così come i nuclei delle spirali sono costituiti in gran parte da stelle vecchie e in questi oggetti la formazione stellare è modesta. A mano a mano che si procede verso i tipi più avanzati (spirali prima ed irregolari poi) la formazione stellare diviene sempre più consistente. Nelle spirali si trovano regioni di formazione stellare prevalentemente lungo i bracci dove le continue perturbazioni inducono più facilmente il gas e le polveri a collassare; nelle irregolari la formazione è stocastica senza regioni predeterminabili di maggiore efficienza.

Edwin Powell Hubble (1889-1953)

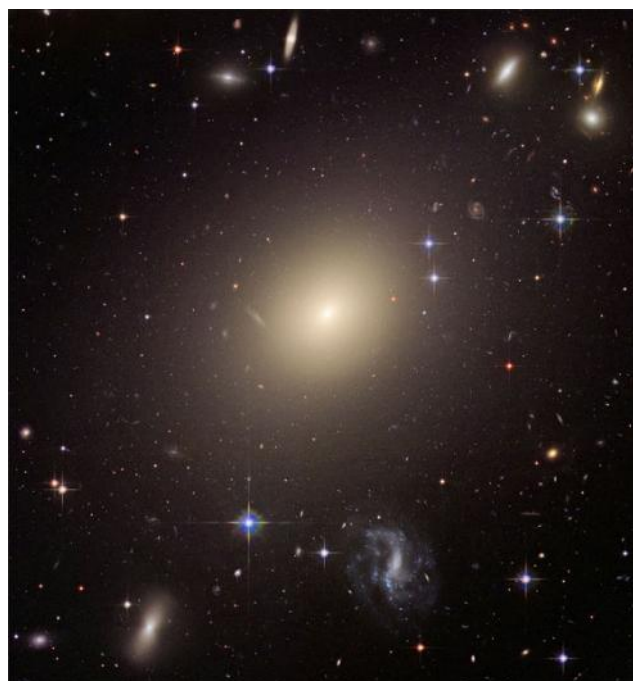



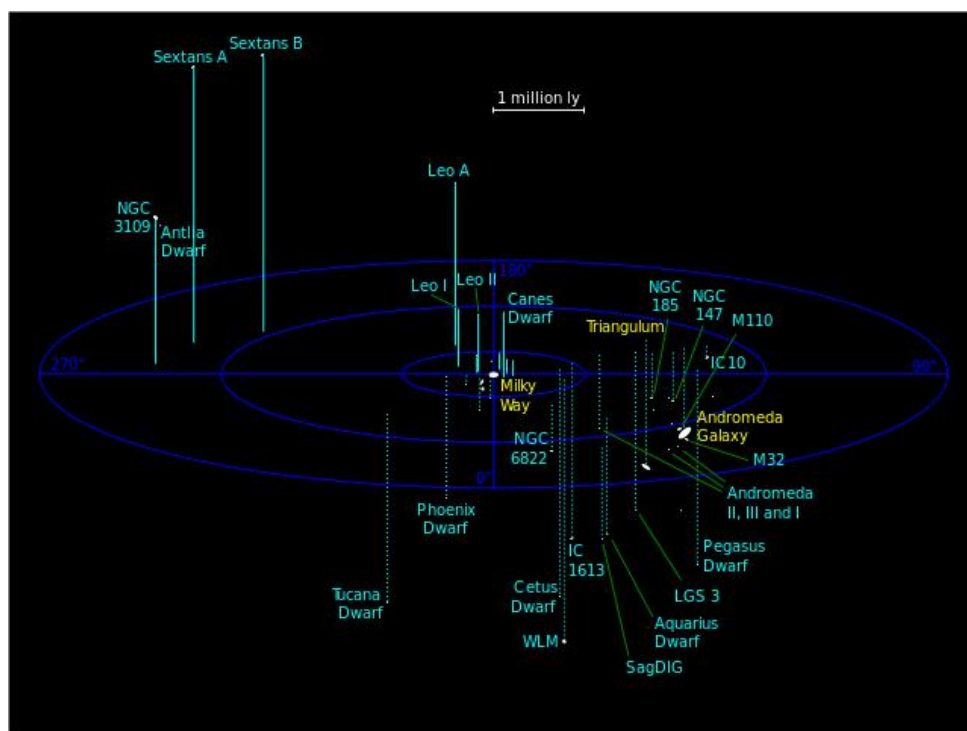
Immagine della galassia ellittica ESO 325-G004, ripresa da Hubble Space Telescope.

Dunque vediamo che lo SF dipende pesantemente dal tipo di galassia. Procedendo lungo la sequenza di Hubble possiamo vedere, confrontando la larghezza equivalente delle righe nebulari, una crescita di circa 20 volte fra le Sa e le Sc in termini di stima dello SF, con una dispersione di un ordine di grandezza, il che mette ancora una volta in evidenza quanto i tassi citati precedentemente siano al più una determinazione media e grossolana.
Il discorso funziona piuttosto bene fintanto che non ci sono galassie interagenti. Durante i fenomeni di *merging* anche galassie ellittiche trovano nuovo vigore ed il tasso di formazione cresce vertiginosamente. Ma il tutto si esaurisce anche in tempi astronomicamente brevi. Quando le galassie sperimentano un simile evento si dice che sono andate incontro ad uno *starburst*.

Esempio di spostamento verso il rosso: a sinistra lo spettro del Sole, a destra quello di una galassia

LO SF E LO SFR A VARIE EPOCHE E DISTANZE

Osservare galassie a diversa distanza significa, ovviamente, guardare anche a tempi diversi. Se ad esempio osservo una galassia distante un giga parsec (3 miliardi di anni luce), essa mi appare pressappoco come era 3 miliardi di anni fa, visto il tempo che ha dovuto impiegare la luce a giungere fino a noi. Pertanto, pur con tutte le precauzioni del caso, se io costruisco intorno a me una sorta di gusci concentrici nei quali dispongo le galassie che vedo, in funzione della loro distanza, posso stimare quanto, oggi e nei vari tempi passati erano attivi i processi di formazione stellare.
Questo parametro prende il nome di SFR (dall'inglese *Star Formation Rate*) ovvero di tasso di formazione stellare. Le dimensioni di questo parametro sono la massa per unità di tempo per unità di volume. Avendo solitamente a che fare con numerosi ammassi si parla di masse solari per anno per chilo parsec cubo o anche per megaparsec cubo. Da un punto di vista statistico si tratta del parametro più equo possibile, dal momento che mentre o SF delle singole galassie dipende dalle loro dimensioni, lo SFR è assoluto, indipendente, visto che a questi valori di volume l'Universo si presenta praticamente uniforme, in termini di distribuzione di galassie. Ancora una volta la questione non è semplice intanto perché lo SFR lo si determina solo dopo che una ha acquisito il dato di SF delle singole galassie presenti, poi perché la distanza di una galassia acquisita in un determinato *frame*, la si determina col *redshift*, http://it.wikipedia.org/wiki/Spostamento_verso_il_rosso. Se la galassia è sufficientemente vicina si può fare un'analisi spettroscopica e si ottiene una determinazione affidabile.
Quando invece la relativa flebilità della luce impone una determinazione fotometrica la sua valutazione diventa meno affidabile. Il rischio di contaminare i dati piazzando galassie a distanze sbagliate diventa dunque molto forte.
C'è poi un altro elemento molto importante da tenere presente: la luminosità nella banda X, grazie al fatto di non venire contaminata dovrebbe dare indicazioni più affidabili degli altri metodi. Purtroppo i nuclei galattici

NGC 1569, una galassia a 11 milioni di anni luce nella Giraffa, è interessata ad un consistente fenomeno di starburst: si osservano infatti, due densi gruppi di stelle di recente formazione. L'immagine, ottenuta dal telescopio spaziale Hubble, si estende su circa 8000 anni luce.

Il Gruppo Locale è il gruppo di galassie di cui fa parte la nostra galassia, la Via Lattea. Il Gruppo Locale comprende più di 50 galassie.

attivi (AGN dall'inglese *Active Galactic Nuclei,* http://www.treccani.it/enciclopedia/agn/) irradiano massicciamente in banda X senza per questo che vi sia alcuna formazione stellare. L rischio di contaminare i dati con nuclei galattici attivi è molto forte, soprattutto quando non vediamo la galassia ma si mostra solamente come un punto luminoso. Purtroppo alcuni AGN sono così intensi che basta includere anche un solo oggetto sbagliato per far sballare la determinazione dello SFR, anche di un ordine di grandezza. La risposta più ovvia a tali rischi sarebbe di non usare la banda X. Ma affidandoci ad altri stimatori, quali ad esempio la radiazione infrarossa o la righe di Hα e [O II] s i corre il rischio inverso, di sottostimare lo SFR a

Distribuzione degli AGN—Nuclei Galattici Attivi (rombi rossi) nell'Universo, rilevata dal telescopio EGRET a bordo della sonda CGRO. i cerchi verdi rappresentano sorgenti di raggi gamma appartenenti alla nostra Galassia, mentre i quadrati viola sono pulsar. Tutti gli oggetti sono caratterizzati da emissioni radiative a energie maggiori di 100 MeV

causa dell'assorbimento della radiazione. In conclusione, quasi mai c'è un buon accordo fra i diversi metodi di calibrazione dello SFR, soprattutto quando intendiamo concentrarci su alti z.

Comunque è doveroso prima di concludere la questione, dare quanto meno degli indizi si ciò che è emerso finora dagli studi.

Partiamo dalla nostra galassia il cui tasso è compreso fra 0,68 e 1,45 masse solari per anno. Si può notare come già nella nostra Galassia, dove con tanta prosopopea si dovrebbe avere una stima certa visto che le stelle le possiamo quasi contare una per una, il valore sia conosciuto solo approssimativamente. Facendo una media fra i due estremi possiamo stimare la nostra formazione di nuove stelle pari a una massa solare all'anno.

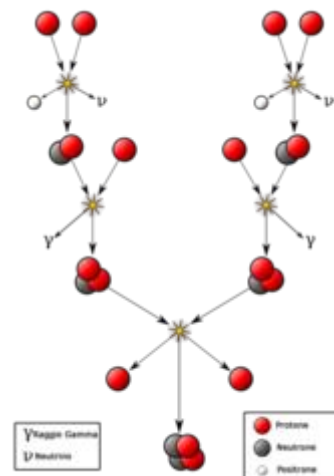
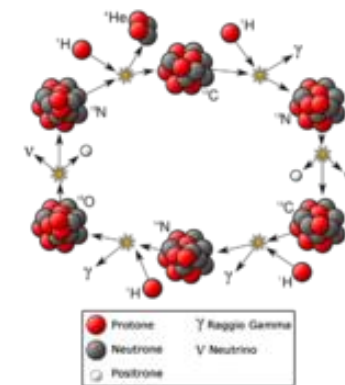
Nell'Ammasso Locale, http://it.wikipedia.org/wiki/Gruppo_Locale , ci sono molte galassie nane, generalmente irregolari con tassi più alti, ma data la loro piccolezza è anche vero che il loro contributo non è molto significativo.

Usciti dal Gruppo Locale si entra nell'ambito della cosmologia vera e propria, dove possiamo correlare i tassi di formazione con un alto parametro cosmologico, vale a dire il *redshift*. E' evidente come andando a ritroso nel tempo i tassi di formazione stellare salgano. Per *redshift* intorno 1,5 o 2 il tasso è più che doppio. In altre parole quando le galassie erano più giovani facevano più stelle, non però in maniera vertiginosamente più alta fintanto che ci si mantiene con z<1.

I tassi erano circa il doppio di quelli attuali. Un lavoro di Caputi e al. (2005, http://adsabs.harvard.edu/abs/2005mmgf.conf..366C) dedotto dai dati di Spitzer a 24 μm, suggerisce dati parzialmente in controtendenza. Pur confermando il massimo della formazione stellare a z=1,9 esso evidenzia la presenza di alcune galassie iperattive fra z=2 e z=3 nelle quali la formazione stellare si attesta a circa 500 masse solari per anno (limitati però nel tempo). Tuttavia, salendo ancora nei valori di *redshift* la crescita non è più così evidente. Le galassie visibili diventano sempre di meno. Esse non si risolvono più e diventano meri puntini. Per poter desumere la natura galattica dell'oggetto è necessaria una valutazione strumentale più raffinata. Se l'oggetto è in grado di fornirci luce a sufficienza possiamo eseguire un'analisi spettroscopica, se invece è poca dobbiamo accontentarci di un'indagine fotometrica. Una volta eseguita una delle due precedentemente menzionate tecniche possiamo capire più cose: la prima se ci siamo davvero imbattuti in una sorgente extragalattica, la seconda, la sua distanza, la terza il tipo di galassia (ellittica, spirale, spirale barrata, irregolare) e anche altri dati come l'età.

L'indagine spettroscopica ha una sua affidabilità e consente di effettuare le precedentemente menzionate quantificazioni con un margine di incertezza modesto. L'indagine fotometrica, invece, è molto più incerta. Il rischio di piazzare galassie fuori posto perché abbiamo determinato i vari parametri mediante tale tecnica diventa forte. E' comunque certo che la crescita non sia più ripida come lo era in precedenza. Secondo certi studi continua a crescere ma con una pendenza inferiore, secondo altri studi si stabilizza e secondo altri ancora addirittura regredisce.

CONCLUSIONI

Alla luce di quanto detto e di quanto emerge dai vari indicatori di SF ci sentiamo in dovere di trarre delle conclusioni. Visto che ancora i dati sono alquanto incerti probabilmente il progredire della ricerca rimetterà in discussione molto di quanto (poco) finora sappiamo. Ad ogni modo sembra ragionevole che lo SFR cresca al regredire del tempo. Infatti il materiale, polveri e gas diffusi nella galassie, non sono inesauribili. A mano a mano che condensano in nuove stelle non sono più disponibili. E' vero che alla fine della loro esistenza, nell'immane esplosione che dà luogo alla nebulosa planetaria, parte del gas di cui era costituita la stella viene

La catena protone-protone

Rappresentazione del ciclo CNO

reimmesso nel mezzo circostante, ma solo una parte! Il grosso rimane condensato nella nana bianca, nella stella di neutroni o nell'ipotetico buco nero. Inoltre va pure preso in considerazione che un tempo, con l'Universo più piccolo, le galassie erano più ravvicinate e dunque, anche i *merging* dovevano essere più facili.

Sul perché oltre z =2 circa (corrispondenti ad approssimativamente 10 miliardi di anni fa) il tasso non cresca più altrettanto velocemente o regredisca addirittura rimane parzialmente misterioso. Si potrebbe suggerire che le galassie erano ricche di idrogeno, elio e con tracce di litio. Le stelle potevano "bruciare" solo secondo il ciclo protone-protone, molto più lento e meno energetico del CNO, http://it.wikipedia.org/wiki/Struttura_stellare . In realtà però stelle di qualsivoglia dimensione, alimentate esclusivamente dal ciclo p-p, sarebbero dovute già essere esplose in una certa quantità. Per cui, come ipotesi, è sostenibile al pari di altre. Fra i vari tentativi di spiegare il dato osservativo tutti mancano di una ragionevole credibilità.

Per adesso quello che ci sentiamo di dire, alla luce anche dei più recenti studi, è che esiste una discreta correlazione tra *redshift* fotometrici e spettroscopici fino a

La posizione della galassia UDFy-38135539 evidenziata in un'immagine ripresa al telescopio Hubble.

z=1.0. Nel giro di dieci anni siamo passati da z=2 a z=7 (per la verità esiste un dato z=8,6, confermato spettroscopicamente, dalla galassia UDFy-38135539, http://en.wikipedia.org/wiki/UDFy-38135539, distante 13,1 miliardi di anni luce, tutti gli altri dati oggi in possesso sono invece sotto 7) ma "le magnifiche sorti e progressive" hanno dovuto presto essere ritoccate al ribasso perché queste determinazioni effettuate per via fotometrica hanno dimostrato tutta la loro fragilità. I dati radio non sono consistenti con quelli UV e fotometrici nonostante la rimozione di sospetti AGN. Questo induce a completare *survey* spettroscopiche per migliorare la separazione fra oggetti *star forming* ed *early type*. Va in questa direzione l'operato del consorzio VIRMOS che ha reso pubblici i dati di quattro regioni selezionate ed investigate nel profondo. Si prospetta quindi, quale futuro sviluppo, la necessità scientifica di approfondire la natura di tali oggetti, in particolare, come già detto, sarà essenziale l'estensione, attualmente in corso, della *survey* spettroscopica, da cui si potrà meglio capire e valutare l'importanza della contaminazione da parte di AGN fra gli oggetti ad alta luminosità radio e X.

La caccia è dunque aperta. Prima di poter lanciarsi in nuove ipotesi sarebbe opportuno raccogliere dati che diano più affidabilità alle quantificazioni ottenute.

Lorenzo Brandi si è laureato in Astronomia all'Università di Bologna, presso la stessa Università, nel 2006 ha conseguito un Master di II livello: 'Matematica per le applicazioni'. Ha acquisito una certificazione per attività didattiche e divulgative delle scienze che gli ha permesso di collaborare per alcuni anni con l'Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze. Dal 2003 è Tutor (referente scientifico) a villa Demidoff presso il Laboratorio di Didattica Ambientale. Ha tenuto lezioni del Planetario di Firenze, presso la Fondazione Scienza e Tecnica. Le effemeridi astronomiche da lui prodotte sono state fornite alle edizioni Chiaravalle e a Frate Indovino per la realizzazione dei loro almanacchi e calendari e dal 2007 collabora con la rivista 'le Stelle' e con 'la Stampa' di Torino per l'inserto 'Tutto Scienze & Tecnologia' per la pubblicazione di articoli di carattere astronomico. E' docente precario di matematica e fisica nella scuola secondaria superiore.

LA RICERCA AMATORIALE DI SUPERNOVAE

Giancarlo Cortini

Fra le varie tipologie di attività dell'astronomia amatoriale, la ricerca delle supernovae (SNe) è una delle più facilmente attuabili, e anche tra le più utili alla ricerca scientifica. E' forse per questi motivi che ha conosciuto uno sviluppo poderoso negli ultimi 20 anni, tanto da divenire, senza ombra di dubbio, un po' inflazionata ... almeno tra gli astrofili.

Ma che cosa significa, in concreto, fare ricerca di SNe? E come si può pensare di condurla in modo proficuo?

Cominciamo dalla prima domanda.

La ricerca di SNe è un attività professionale relativamente giovane, dal momento che è nata verso la metà degli anni '20 del secolo scorso, grazie all'interesse di uno dei più grandi astronomi dell'epoca : l'astronomo americano (di origine bulgara) Fritz Zwicky. Egli si rese conto che quelle stelle nuove, letteralmente apparse dal nulla, che venivano scoperte, occasionalmente, durante le lunghe pose fotografiche nei pressi delle più svariate galassie (allora conosciute genericamente come nebulose), potevano essere pensate come novae molto brillanti (da qui il termine di "super-nova"); diventava perciò molto importante andarle a cercare, per sviluppare una conoscenza più approfondita del fenomeno stesso.

Zwicky aveva visto giusto : nel giro di qualche decennio (dagli anni '20 agli anni '50) egli ne scoprì oltre un centinaio, un numero astronomico per quei tempi ormai lontani, creando la base non solo per uno studio spettroscopico più preciso, ma soprattutto per una statistica più estesa ed affidabile.

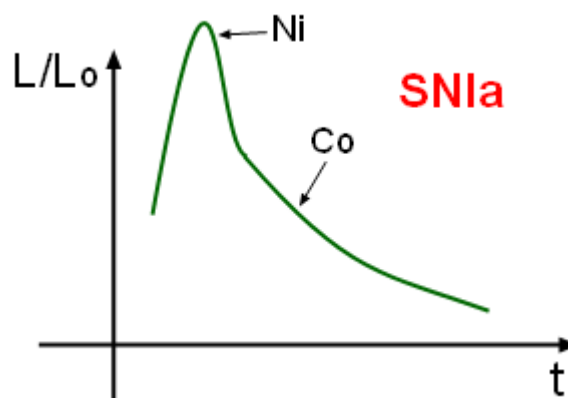
Da allora il fenomeno supernova è stato analizzato e compreso con sempre maggior precisione, grazie anche ai notevoli progressi teorici che si sono creati, fino ad arrivare, attualmente, ad essere conosciuto nei minimi dettagli.

Nel nostro paese la ricerca di SNe ha vissuto un grande incremento soprattutto dopo l'ultima guerra mondiale, in particolare presso l'Osservatorio astronomico di Asiago, inizialmente da parte del Prof. Leonida Rosino (1913-1997) e, successivamente, di una folta schiera di astronomi.

Attualmente la ricerca mondiale è portata avanti da decine di gruppi di professionisti, tra i quali spiccano i team che ricercano le stelle in esplosione a distanze cosmologiche (oltre i 2-3 miliardi di anni luce di distanza) ; ma perchè così lontano?

Fritz Zwicky (1898-1974)

Tra le varie tipologie di SNe conosciute, ne esiste una (tipo "Ia") che ha la gradevole caratteristica di presentare, per ogni evento, quasi la stessa luminosità assoluta, così da poter essere considerata come un riferimento per dedurre le distanze delle galassie dove avviene tale fenomeno. E questo per poter ricavare, alla fine di tutto, il tasso di espansione del nostro universo, grazie a queste utilissime candele standard. Da queste ricerche, iniziate alla fine degli anni '90 del secolo scorso, è scaturita l'importantissima scoperta che il nostro cosmo è in espansione accelerata!

Leonida Rosino (1913-1997) e, ***a destra****, il reverendo Robert Evans,* http://it.wikipedia.org/wiki/Robert_Owen_Evans

La caratteristica curva di luce di una supernova di tipo Ia. Il picco è principalmente dovuto al decadimento del nichel (Ni), mentre la fase successiva è potenziata dal cobalto (Co).

Ma se questo è lo stato attuale dell'arte nel mondo astronomico professionale, a noi astrofili cosa può rimanere da fare?

La ricerca amatoriale di SNe è, ovviamente, più giovane, essendo nata agli inizi degli anni '80, grazie all'ardimentosa attività visuale di un astrofilo australiano, il famoso Rev. Robert Evans, che per primo ha intuito la fattibilità, e l'utilità, di una tale ricerca amatoriale.

Dotato di un comunissimo telescopio riflettore newtoniano di 25 cm. di diametro, su una semplicissima montatura altazimutale, Evans dimostrò al mondo intero che le SNe più brillanti potevano essere scoperte anche con modesti strumenti; nell'arco di circa 20 anni ne trovò oltre 40!

Metodo, continuità, precisione, memoria visiva e tanta passione producono risultati anche insperati; sull'onda dei suoi successi, il mondo degli astrofili si mosse pian piano sulle sue orme, tanto da conoscere un vero boom di ricercatori nel decennio degli anni '90.

Il professor Giuliano Romano

In Italia, dopo le prime scoperte amatoriali storiche del Prof. Giuliano Romano nel 1957 e 1961, si costituirono un po' alla volta dei gruppi di ricerca: in particolare, in ambito UAI (Unione Astrofili Italiani), venne costituita la sezione "ricerca SNe" da parte di Mirco Villi, Stefano Moretti e lo scrivente (fine 1990). In questo modo, da oltre 20 anni, questa è diventata la mia principale attività amatoriale, occupando quasi tutto il tempo che dedico all'astronomia.
Le considerazioni che seguono si riferiscono, perciò, in buona parte, alla mia esperienza personale, oltre al frutto del lavoro di tanti altri astrofili che vi si sono impegnati, spesso con risultati eccellenti.

In concreto, allora, cosa significa fare ricerca amatoriale di SNe?

A questa domanda si può rispondere in maniera diversa, ma penso che i punti base fondamentali si possano riassumere in questo modo. Le SNe, come abbiamo detto, sono letteralmente stelle in esplosione: essendo tutte situate a distanze notevoli (almeno milioni – decine di milioni di anni luce), è ovvio che si mostrano come dei punti luminosi sul fondo cielo durante tutta la loro fenomenologia. Ricercare SNe significa allora andare a scovare nuovi oggetti celesti di apparenza stellare all'interno di un certo campo di osservazione. Facile a dirsi, un po' meno a farsi ...
Non tutti i nuovi punti luminosi potranno essere, in effetti, stelle nuove in esplosione; anzi, sulla base non solo della mia esperienza, ma anche della statistica astronomica, la maggior parte dei nuovi oggetti di apparenza stellare ... non sono supernovae!
E allora come facciamo a capire quali lo sono e quali no? Nel concreto, questo è probabilmente uno degli aspetti più importanti da considerare : **riuscire a discriminare, inizialmente, gli oggetti cosiddetti "spuri", che già ad una prima analisi non mostrano le caratteristiche di ciò che vogliamo scoprire.** A riprova di quanto ho appena detto, può valere la mia esperienza fino ad oggi: su oltre 125.000 osservazioni di singole galassie nell'arco di circa 17 anni completi di ricerca, ho scoperto 15 SNe e osservato ben 37 pianetini (tutti già scoperti in precedenza).
Un secondo punto importante è quello di **concentrare la nostra ricerca su aree celesti particolari**, poiché non ha molto senso logico cercare SNe indiscriminatamente su tutta la sfera celeste osservabile: con gli strumenti amatoriali a nostra disposizione, anche nella migliore delle ipotesi di poter avere un campo apparente di circa 1 grado d'arco, impiegheremmo troppo tempo a sorvegliare migliaia e migliaia di gradi quadrati di cielo. Infine, la ricerca va possibilmente compiuta rispettando certi criteri di base, onde evitare di eseguirla con spreco di tempo e di energie. Iniziamo col considerare in dettaglio l'aspetto che riguarda il "dove" compiere la ricerca. Dal momento che stiamo cercando dei puntini luminosi non certo visibili ad occhio nudo, e molto raramente con un buon binocolo, è necessario dotarsi di un telescopio; sia che si voglia iniziare col metodo "visuale" (ormai abbandonato per gli ovvi limiti fisici di cui soffre), sia col metodo "digitale" (il più diffuso già da oltre 15 anni**), dobbiamo essere in grado di raggiungere almeno la magnitudine apparente +16.0 / +16.5 in condizioni ottimali**, per poter sperare di ottenere qualche risultato concreto. La stragrande maggioranza delle SNe che vengono scoperte ogni anno è infatti più debole di questa soglia indicata; ecco perché è poco proficuo, purtroppo, fare ricerca in visuale, poiché sarebbero necessari strumenti di notevoli dimensioni : sotto un cielo di media qualità per il nostro paese, per poter osservare stelline di mag. +16.5, occorre uno specchio di almeno 50 centimetri di diametro. Inoltre, e lo dico con forte rammarico, dato che per oltre 7 anni ho condotto la ricerca visualmente con un newtoniano di 28 centimetri, il metodo visuale è affetto da altri grossi limiti.

L'osservazione è sempre una esperienza soggettiva, che necessita, in ogni caso, di una conferma fotografica per poter essere considerata affidabile; impegna fisicamente occhi e mente in modo non trascurabile, ed inoltre deve essere condotta all'aperto, dove si è esposti ai più disparati disturbi: freddo eccessivo, vento, luci casuali, e così via.

Con tutto ciò non voglio certo scoraggiare chi si volesse cimentare nella ricerca visuale, che mantiene sempre un certo fascino, ma devo riconoscere **l'assoluta superiorità del metodo digitale**.

Alla fine possiamo dire che:

- È necessario disporre di un telescopio riflettore di almeno 25 cm. di diametro, accoppiato ad un rivelatore digitale (telecamera, molto meglio se è un CCD, anche economico), onde poter raggiungere comodamente la mag. limite +17.0 con una esposizione di almeno 20-30 sec. (per il CCD).
- Sfruttare una postazione fissa, dotata di un personal computer, in un sito sotto un cielo non troppo inquinato da luci vicine e/o dirette; può andare bene anche la periferia di una grande città, ma è molto meglio se si è in aperta campagna, meglio ancora se ci si trova in collina o montagna.
- Disporre di una serie di immagini di galassie da utilizzare come riferimento; anche se le SNe, in teoria, possono apparire in qualunque punto della sfera celeste, è molto più probabile che si producano dove è massima la concentrazione di un elevatissimo numero di stelle.

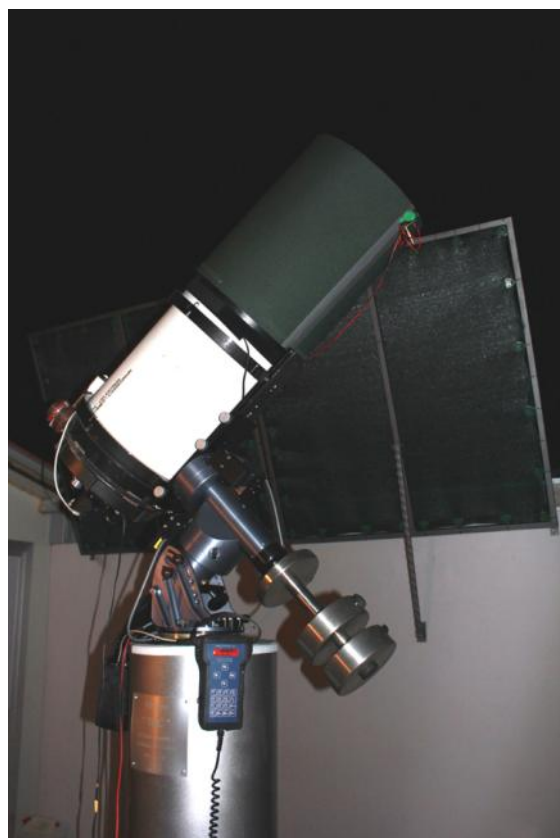
Le galassie, in questo senso, sono gli oggetti celesti più idonei; ma essendo presenti in un numero impressionante, diventa importante adottare dei criteri di scelta, in base alla propria strumentazione, tempo da dedicare alla ricerca ed alla propria esperienza maturata.

Per gli astrofili che non si sono mai cimentati in questa "nobile arte" consiglio quanto segue.

Innanzitutto bisogna selezionare un certo numero di galassie da sorvegliare:

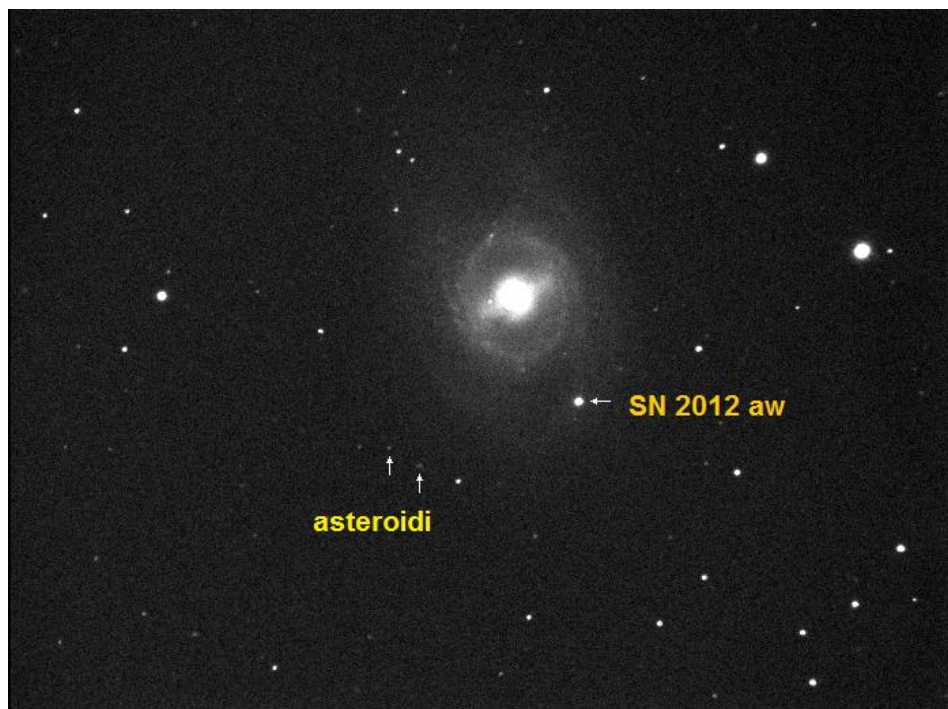
meglio iniziare con le più vicine e luminose, di dimensioni apparenti non troppo ridotte (almeno 2-3 primi d'arco); il loro numero non è eccessivo (sono sufficienti 500-700 galassie). Per esempio, potrebbero andar bene quelle con modulo di distanza inferiore a 33.0.

Una breve precisazione: a qualcuno potrebbe venire in mente di condurre la ricerca nella nostra galassia, lungo la fascia della Via Lattea; nessuno lo sconsiglia, ma in questo caso è necessario armarsi di una pazienza quasi divina, dato che l'ultima SN galattica fu osservata dall'astronomo reale inglese John Flamsteed, nel 1667 in Cassiopea.

La struttura a tetto scorrevole dell'Osservatorio dell'Autore, sito a Monte Maggiore, nel Comune di Predappio (FC). Nell'immagine a destra, il telescopio dell'osservatorio, un Celestron 14" su montatura tedesca.

SN 2011 fe in M 101 ripresa dall'Autore.

Dalle ultime stime si ricava che, in una galassia grande come la nostra, si formi 1 SN ogni 30-35 anni almeno; considerando che la maggior parte del volume galattico ci è precluso alla vista dalla presenza di numerose masse di polvere e gas interposte, si può pensare che, purtroppo, si possa osservare una SN ogni 3-400 anni! anche se comodamente ad occhio nudo ... Si veda, in proposito, l'articolo del professor Corrado Bartolini, Astronomia Nova n. 7/2011: www.eanweb.com/2011/come-osservare-la-prossima-supernova-galattica/

Torniamo ai criteri di scelta considerati ; in galassie con modulo di distanza 33.0 (http://it.wikipedia.org/wiki/Modulo_di_distanza) significa che un evento di tipo Ia può apparire, al suo max. luminoso, di mag. +14.0, mentre eventi di tipo II , o I/b-c, i più comuni, formati da stelle di grande massa che subiscono il collasso gravitazionale del nucleo, possono mostrarsi da +15.0 a +18.0 . Da tutto ciò deriva un tempo di controllo del fenomeno sufficientemente esteso, anche disponendo di una strumentazione modesta: **quanto più esteso è l'intervallo cronologico durante il quale la SN si rende visibile a noi, tanto più alte sono, infatti, le possibilità di scoperta.**

Un ulteriore punto importante da considerare è la frequenza di sorveglianza per ogni singola galassia scelta; normalmente si possono fissare 2 estremi: tra 20/30 giorni e 2 mesi. Personalmente preferisco una copertura di ricerca abbastanza frequente, su un numero non esagerato di oggetti, ma qui i criteri possono essere molto elastici; come sempre, bisogna farsi consigliare dal buon senso. Tutte queste considerazioni, naturalmente, possono essere estese e sviluppate al crescere della propria esperienza, potenza del telescopio, tempo a disposizione. Se si ha la possibilità di sfruttare uno strumento di 50-60 cm. di diametro, accoppiato ad un CCD semiprofessionale, usando il controllo remoto e ... potendo dormire al mattino, ci si può spingere a considerare anche 15-20.000 galassie fino al modulo di distanza 38.0!

La SN 2012 aw in M 95 in una immagine realizzata dall'Autore all'osservatorio di Monte Maggiore. Si notino gli asteroidi nel campo.

La SN 2011 dh in M51 in una foto dell'Autore.

Ma torniamo a livelli più amatoriali; a questo punto non ci rimane che parlare di come affrontare la ricerca nel modo più proficuo possibile.
Confrontare centinaia di immagini ogni notte comporta una certa cura e precisione, una buona dose di attenzione e tanta, tanta passione; il confronto può essere fatto sia a vista tra il monitor e l'immagine di riferimento (è il sistema usato da me, retaggio della vecchia ricerca visuale), sia con il metodo automatico del blink (più veloce con campi molto ricchi di stelle).
A tutti coloro che intraprendono la ricerca in modalità remota consiglio vivamente di controllare le immagini realizzate il più presto possibile, per evitare la sgradevole situazione di vedersi soffiare una potenziale scoperta da chi esegue subito il controllo in tempo reale.
Nell'immagine grezza che ci si presenta dinanzi agli occhi, appariranno, normalmente, un certo numero di pixel caldi; è necessario eliminarli immediatamente, anche se sono spesso di facile riconoscimento, poiché potrebbero essere scambiati per nuovi oggetti stellari… Nonostante ciò, nell'immagine originale potrebbero rimanere ancora presenti alcuni oggetti "spuri"; se con un po' di esperienza e malizia li sapremo riconoscere, è sempre meglio, in caso di dubbio, rifare una seconda immagine dopo aver leggermente mosso il telescopio. Ma è nel momento cruciale in cui troviamo un nuovo oggetto di apparenza stellare, non presente nell'immagine di riferimento, che dobbiamo seguire in maniera scrupolosa una procedura cosiddetta "standard" per iniziare a capire con cosa abbiamo a che fare ; si fa presto, infatti, a dire supernova!
Vediamo di procedere per gradi:
I - **Dobbiamo subito eseguire almeno altre 3-4 nuove immagini del sospetto, per verificare se si tratta di un oggetto non reale, cioè un artefatto del sensore**. Soprattutto chi si cimenta le prime volte, specialmente con telecamere ultrasensibili (il sistema usato dallo scrivente per oltre 3 anni, con un bottino di 1 scoperta non ufficiale ed una pre-scoperta), deve fare attenzione ai falsi segnali pseudo puntiformi, molto più comuni di quanto si pensi.

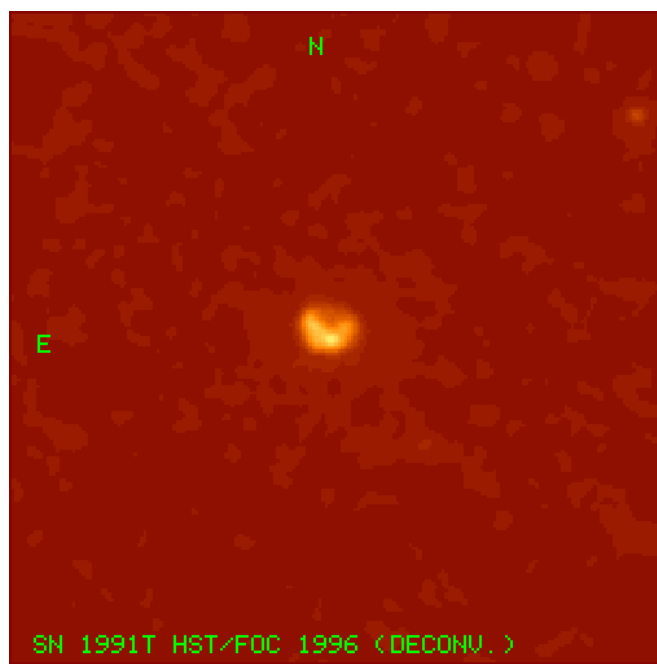
II - Una volta che siamo assolutamente sicuri che sia un oggetto reale sulla sfera celeste, dobbiamo preoccuparci di **escludere che si tratti di un corpo minore appartenente al nostro sistema solare**. Di pianetini vagabondi, ovviamente già scoperti, ce ne sono in quantità industriale (cioè decine di migliaia); spesso è sufficiente aspettare 1-2 ore per notare il loro moto apparente, ma per esserne assolutamente certi, e per non togliere troppo tempo alla nostra ricerca, conviene collegarsi subito al programma in Internet, molto specifico ed affidabile per questa verifica; è consultabile all'indirizzo : http://scully.cfa.harvard.edu/cgi-bin/checkmp.cgi.

III - Se ora siamo assolutamente certi che l'oggetto nuovo sia di probabile natura stellare, dobbiamo **fare un'altra importante verifica: che non sia una SN già scoperta da tempo, ancora osservabile**. In questo caso è possibile consultare la lista ufficiale di tutte le SNe già scoperte, gestita dal C.B.A.T. (Central Bureau Astronomical Telegram,), l'istituto statunitense, con sede a Boston, che ufficializza le scoperte di tutti i fenomeni astronomici transienti (novae, comete, pianetini ecc...).
La lista è consultabile all'indirizzo: www.cbat.eps.harvard.edu/lists/Supernovae.html

IV - A questo punto, se tutte le procedure eseguite hanno dato esito negativo, possiamo pensare di aver trovato un nuovo oggetto di natura stellare, ben oltre i confini del nostro sistema solare. Attenzione, ciò non significa per forza che si tratti di una SN, in quanto possono "apparire dal nulla" anche svariati tipi di stelle variabili, sia già conosciute, sia nuove : variabili a lungo periodo (tipo Mira), cataclismiche, novae (nane, ricorrenti), ed in casi eccezionali anche afterglow ottici di GRB (lampi gamma, http://it.wikipedia.org/wiki/Gamma_ray_burst)! E non sarebbe certo un peccato fare anche una scoperta del genere!

Per maggior sicurezza, conviene anche controllare, se nel nostro archivio abbiamo immagini precedenti, oppure immagini di riferimento diverse da quelle normalmente usate per fare ricerca.
Tutto questo perché **dobbiamo escludere con totale sicurezza che sia una stella ospite già apparsa.**
Una volta che abbiamo compiuto tutte le verifiche necessarie, dobbiamo preoccuparci di dare comunicazione ufficiale della nostra potenziale scoperta; da questo momento in poi bisogna rimanere concentrati e calmi, senza farsi prendere troppo dall'entusiasmo o dall'emozione (anche questo facile a dirsi).
Soprattutto per gli astrofili nuovi a tale ricerca è importante seguire la prassi seguente, al fine di evitare possibili errori nella comunicazione. Fino ad una ventina di anni fa, essendo possibile fare ricerca con il solo metodo visuale, si rendeva necessario disporre al più presto di una conferma fotografica; una volta che la si era ottenuta, era sempre meglio richiedere una conferma spettroscopica ad un osservatorio professionale e, successivamente, si poteva finalmente dare comunicazione al C.B.A.T.
Dalla metà degli anni '90 la procedura si è parzialmente trasformata; con la ricerca digitale non è infatti necessaria un'ulteriore immagine di conferma, anche se non guasta averla, ma, **se possibile, è comunque sempre importante richiedere la conferma spettroscopica ad un osservatorio professionale.**
Questo per poter disporre già di una nota di comunicazione della nostra potenziale scoperta nelle ma-

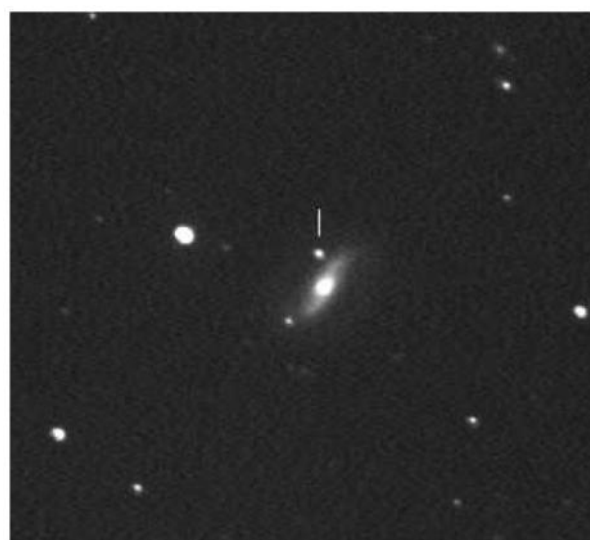
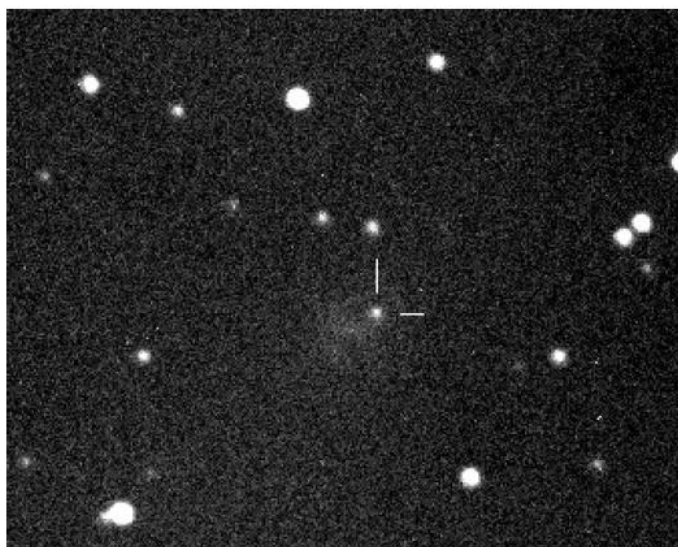
L'ultima supernova scoperta dall'Autore il 27 aprile scorso (indicata dalla freccia) è la 2012 cb nella galassia UGC 3302.

ni di astronomi professionisti: ci può parare le spalle da eventuali brutte sorprese nei giorni seguenti. A causa, probabilmente, dell'elevato numero di astrofili che già a metà anni '90 si cimentavano in questa ricerca, si sono verificati alcuni episodi poco gradevoli di polemica sull'attribuzione di alcune scoperte ; cosa che ha costretto il C.B.A.T. ad emanare 3 circolari nelle quali, in sostanza, si richiedeva di aspettare almeno 24 ore, dalla prima osservazione di un sospetto, prima di darne comunicazione ufficiale. Dall'inizio del 2011 il C.B.A.T. ha introdotto un nuovo cambiamento al sistema di comunicazione di oggetti transienti, proponendo la pagina "TOCP", Transient Object Comunication Page: solo attraverso l'uso di un formato dati prefissato è possibile inviare il fatidico comunicato di scoperta. Per poterlo fare, bisogna prima iscriversi al servizio, fornendo i propri estremi all'indirizzo seguente:
www.cbat.eps.harvard.edu/unconf/tocp_help.html
L'indirizzo della pagina TOCP per comunicare le scoperte è: www.cbat.eps.harvard.edu/tocp_report
Conviene inoltre compilare lo spazio libero a disposizione, per fornire ulteriori dati di commento (nome, cognome dello/degli scopritore/i, sito e strumentazione di scoperta, data ecc..) nell'apposito riquadro del format "REPORT", sempre all'indirizzo della pagina TOCP. Con questo sistema, forse le problematiche precedenti, e le conseguenti polemiche sull'attribuzione di una scoperta, dovrebbero essere terminate, dal momento che appena si è inviata la comunicazione ufficiale alla pagina TOCP, essa appare immediatamente in tempo reale in rete : da quel momento in poi, tutti gli altri eventuali scopritori dello stesso oggetto saranno esclusi da ulteriori comunicazioni. Giusto o sbagliato che sia, il nuovo metodo è l'unico che possiamo usare, per cui è conveniente leggersi bene le pagine del C.B.A.T. dedicate alla nuova procedura.
Giunto a questo punto, sono certo che ormai tutti gli interessati sappiano come comportarsi a dovere nel caso di una potenziale scoperta ; in ogni caso, l'aiuto di astrofili già esperti, e l'esperienza maturata conseguentemente, sono molto importanti all'inizio della propria attività, e, come in tutte le cose, si impara a camminare da soli prima di quanto si possa credere. Un' ultima riflessione : facciamo tutti astronomia per passione, e certamente, facendo

La SN 1991T in NGC 4527, scoperta visualmente da Mirco Villi e dall'Autore con uno S-C di 25cm, in un'immagine, fortemente elaborata con un filtro di deconvoluzione, ottenuta dall'Hubble Space Telescope nel 1996.

ricerca (di SNe, o pianetini, o comete) sentiamo che una spinta non indifferente ci è data dalla speranza – desiderio di compiere una scoperta; penso, però, che non sia importante concentrarsi troppo sul solo desiderio di scoprire qualcosa di nuovo, ma cercare di vivere con amore e passione ciò che si sta facendo, indipendentemente dai risultati che possono arrivare.
Con la speranza di aver illustrato i principali aspetti di questa stupenda ricerca, vi voglio comunicare la mia disponibilità ad aiutare e sostenere chiunque la volesse iniziare seriamente, ricordando sempre che "**in ogni nuova immagine si può nascondere un'importante scoperta**"!

Potete contattarmi all'**Osservatorio di Monte Maggiore: 0543-921348 (ore notturne)**
Oppure: Cell. 339-3457827
E-mail : montemaggioreobs@libero.it

Informazioni utili:
C.R.O.S.S. (Cortina Remote Observatory SN Search) e I.S.S.P. (Italian SN Search Program) rivolgersi a : Alessandro Dimai E-mail : alex@cortinastelle.it

A sinistra, *la supernova 2009 af in UGC 1551, scoperta dall'Autore il 16 febbraio 2009.* ***A destra***, *la 2009 an in NGC 4332, scoperta il 27 febbraio.*

Latest Supernovae

E' il principale sito in rete con la situazione, in tempo reale, della ricerca mondiale; è molto utile e sempre aggiornato dal bravo D. Bishop e contiene molti link utili per eventuali verifiche di vecchi eventi (ci sono le liste complete di tutte le SNe dalla metà degli anni '90). E' consultabile all'indirizzo internet: www.rochesterastronomy.org/supernova.html

Articoli:

Fabrizio Ciabattari, ASTRONOMIA NOVA, n. 1, maggio 2011: *"Il progetto di ricerca di Supernovae all'Osservatorio Astronomico di Monte Agliale"*, www.eanweb.com/2011/il-progetto-di-ricerca-di-supernovae-all%E2%80%99osservatorio-astronomico-di-monte-agliale/

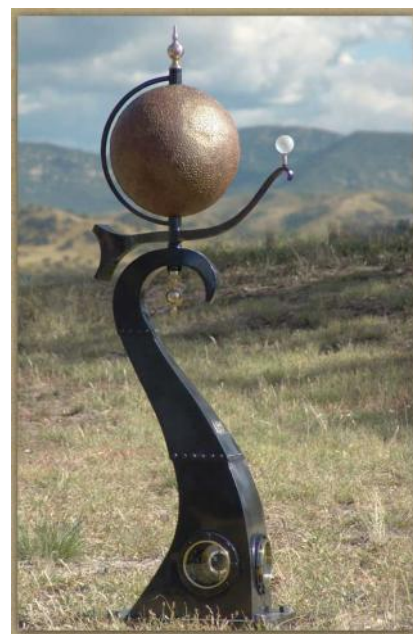
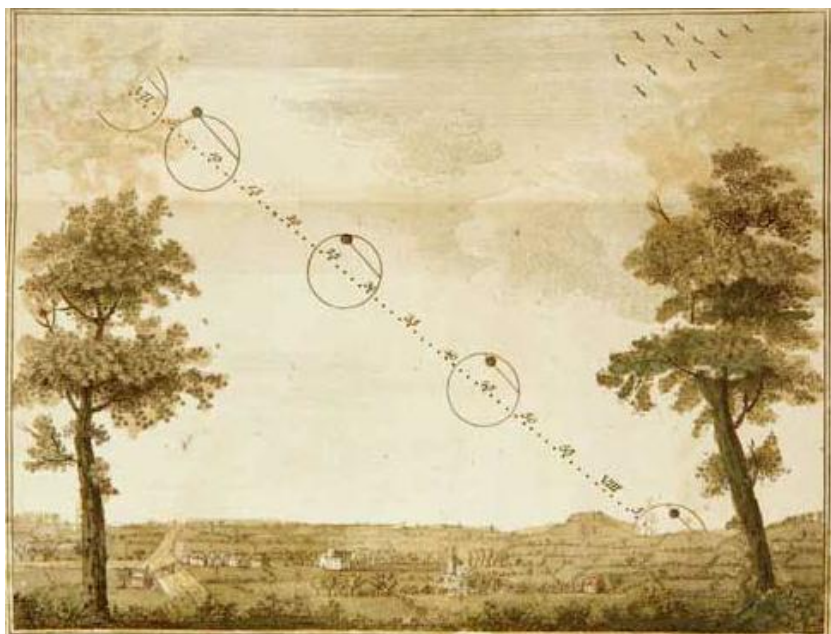
Software consigliato per una ricerca avanzata: Ricerca 4 di Omega Lab, http://atcr.altervista.org/ita/

Giancarlo Cortini, profondamente appassionato di astronomia dal 1970, dal 1984 è il responsabile scientifico del Gruppo Astrofili Forlivesi. Ha inoltre scritto decine di articoli di astronomia per le principali riviste del settore. Ha scoperto numerose supernovae; dal 2001 gestisce l'Osservatorio di Monte Maggiore del Comune di Predappio (FC).

"LA RICERCA AMATORIALE DELLE SUPERNOVAE" di G. Cortini e S. Moretti (Gruppo B editore, Milano 2009), è ancora l'unico testo in lingua italiana reperibile sul mercato che tratta estesamente dei principali aspetti della ricerca amatoriale di supernovae. Nelle principali librerie oppure può essere richiesto a: info@gruppobeditore.it

I TRANSITI DI VENERE SUL DISCO DEL SOLE

I TRANSITI VENUSIANI DAL 1639 AD OGGI
(seconda parte)

Rodolfo Calanca

La prima parte dell'articolo è uscita sul numero di maggio di ASTRONOMIA NOVA: www.eanweb.com/2012/i-transiti-di-venere-sul-disco-del-sole-dal-1639-ad-oggi-prima-parte/

A sinistra, il transito di Venere del 1769, in un disegno di Benjamin Martin apparso in "Institutions of Astronomical Calculations" (London, 1773). A destra, una scultura di Tim Wetherell intitolata: "Venus Transit".

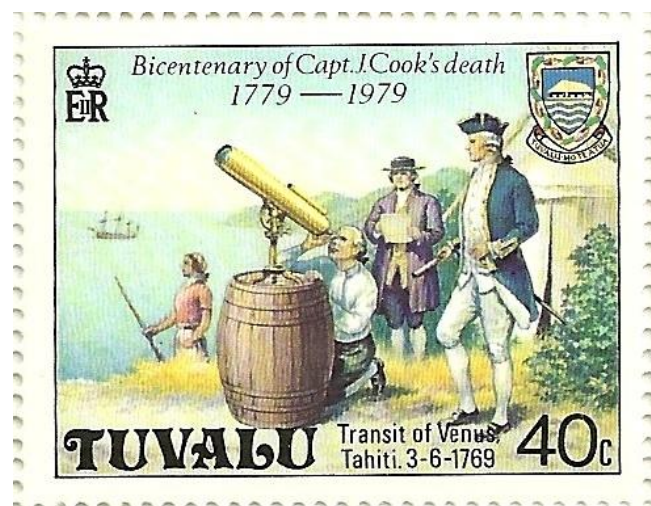
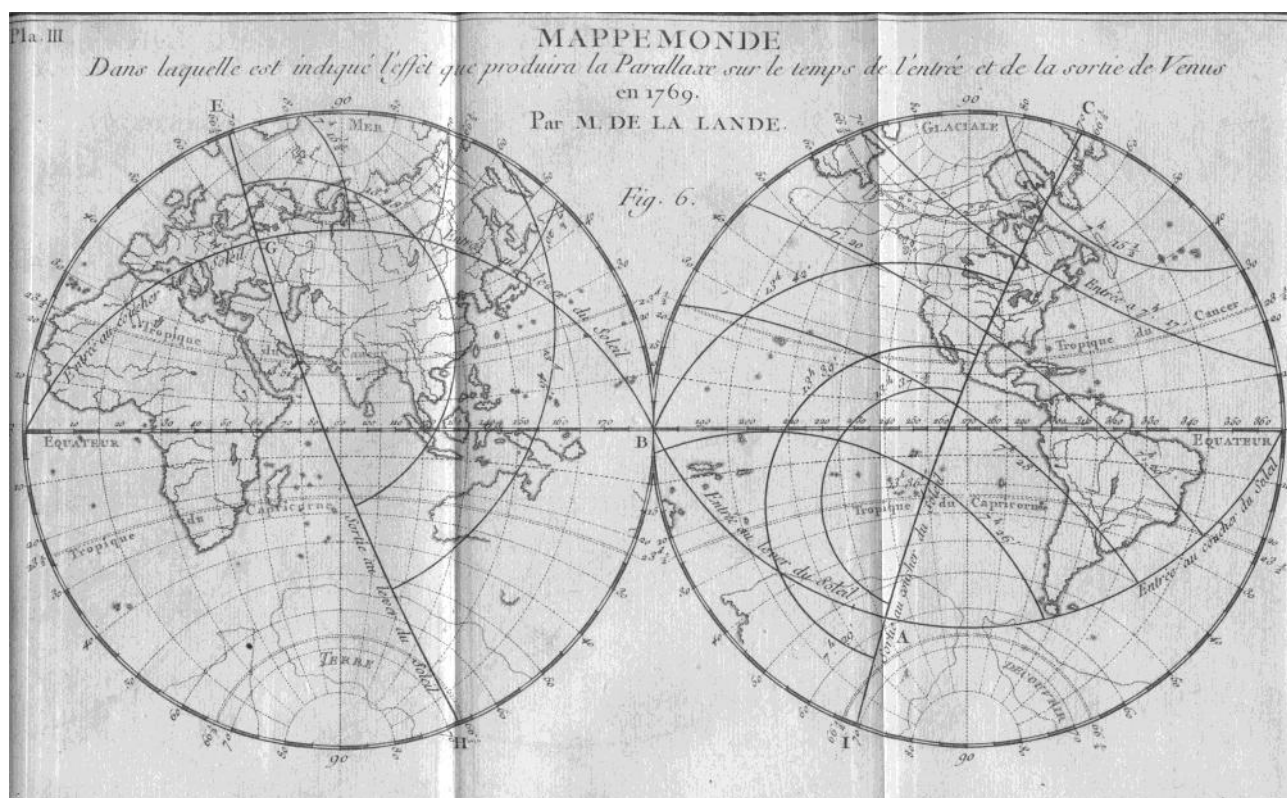
Il transito di Venere del 1769

Annunciato da Halley nella famosa memoria del 1716, il transito del 1769 e la pianificazione delle osservazioni fu oggetto di studi accurati ma, a causa della difficile congiuntura politica europea seguita alla guerra dei Sette Anni, non sempre fu possibile inviare spedizioni in quelle che gli astronomi consideravano le località meglio situate per seguire il fenomeno.

Le esperienze acquisite durante il transito del 1761, servirono a migliorare i metodi d'osservazione per quello successivo, certamente più favorevole perché più centrale del precedente e con un effetto della parallasse assai più sensibile. Lalande, mostrandosi oltremodo fiducioso nei risultati di questo secondo transito, scrisse che «si può guardare ad esso come ad una delle epoche memorabili dell'astronomia nel diciottesimo secolo».

Thomas Hornsby (1733-1810), professore di astronomia ad Oxford, nel ricordare agli astronomi del suo tempo la fortunata possibilità di assistere ad un secondo transito ad appena 8 anni dal precedente, li esorta all'osservazione al fine di ricavare un valore più sicuro della parallasse solare: "gli astronomi di quest'epoca hanno la peculiare fortuna di poter assistere così presto ad un altro transito venusiano nel 1769, quando, a causa della latitudine settentrionale del pianeta, sarà possibile osservare una differenza nella durata totale, più grande di quella che si sarebbe potuta ottenere o che il Dr. Halley stesso si sarebbe potuto aspettare dall'ultimo transito". Di nuovo, le maggiori istituzioni scientifiche europee, l'*Académie* parigina, la *Royal Society*, le Accademie di Stoccolma e Pietroburgo, diedero l'impulso a spedizioni che garantirono una buona copertura delle principali fasi del fenomeno. La *Royal Society*, nel novembre 1767, nominò un comitato scientifico con il compito di organizzare le osservazioni del passaggio. Esso dispose di inviare tre gruppi di osservatóri, due in prossimità del circolo polare artico e un terzo nelle isole del Pacifico.

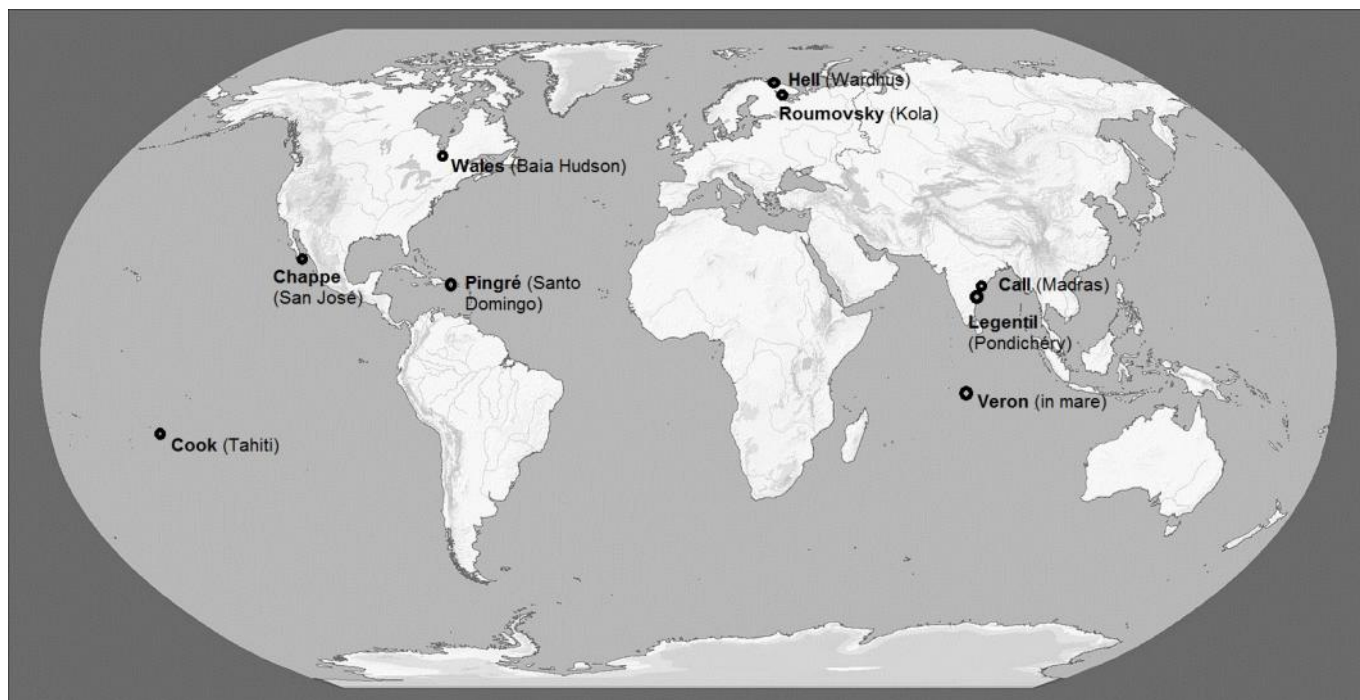
Il capitano James Cook (1728-1779), uno dei più grandi esploratori inglesi.

A queste tre grandi spedizioni si aggiunsero quelle di Bayley a Capo Nord e di Dixon all'isola norvegese di Hammerfest. Ad ogni gruppo di osservatóri furono assegnati due costosi riflettori gregoriani di 60 centimetri di fuoco, autentici capolavori della tecnologia ottica del tempo, realizzati dal grande ottico James Short.
Con una petizione a Giorgio III, il comitato richiese un consistente aiuto finanziario per una spedizione nei Mari del Sud, la più importante tra quelle promosse dalla *Royal Society*. Il re non fece attendere una sua positiva risposta e, nel mese di marzo 1768, garantì la somma di 4000 sterline per l'acquisto della nave, rinominata *Endeavour*, per la circumnavigazione del globo e l'osservazione del transito nell'Oceano Pacifico. Il 5 maggio, durante una riunione della *Royal Society*, l'Ammiragliato presentò ufficialmente il comandante di fresca nomina dell'*Endeavour*, il tenente di vascello James Cook. Da parte sua, la *Society*, nella stessa riunione, conferì a Charles Green (1735-1771), assistente di Maskelyne a Greenwich, l'incarico di astronomo ufficiale della spedizione.
In Francia, dopo il successo del mappamondo di Delisle del 1761, Lalande decise di disegnarne uno analogo per il transito del 1769. Delisle, che era morto nel 1768, non aveva però lasciato indicazioni esplicite "del modo con il quale era arrivato a costruire il suo mappamondo", come scriveva Lalande, che dovette perciò "formarsi un metodo astronomico per questo nuovo genere d'operazioni". Il mappamondo del transito rinnovò il successo di quello del suo defunto maestro, tanto da conferirgli una notorietà europea.
L'altro famoso astronomo francese, Pingré, spronò i colleghi svedesi, danesi e russi a recarsi, ancora una volta, in Lapponia o a Torneå nel golfo di Bothnia, dove il transito sarebbe durato 5^h 55^m, "senza farsi sfuggire l'occasione d'osservare un fenomeno così importante".
Auspicava poi che una spedizione scientifica francese fosse destinata ai mari del Sud, alla latitudine australe di 29° e a 240° di longitudine. Il transito, in quei mari, sarebbe durato solo 5^h 27^m, con grande vantaggio per l'applicazione del metodo di Halley, essendo la differenza di durata, tra le località indicate nei due diversi emisferi, di ben 28 minuti. A parere di Pingré, l'unico grave ostacolo era che in quelle distese oceaniche si conoscevano pochissime isole. Tra queste, l'isola di Pasqua oppure le isole di Juan Fernandez avevano una longitudine tanto mal determinata, affetta da un errore che poteva raggiungere anche i 10°, tale da togliere ogni certezza sull'effettiva possibilità di vedere il transito nella sua interezza. Oggi sappiamo che l'astronomo francese faceva bene a nutrire dei dubbi: all'isola di Pasqua, infatti, il transito iniziò con il Sole a 40° di altezza ma,

Francobollo commemorativo emesso dalla repubblica polinesiana di Tuvalu in occasione del bicentenario della scomparsa di James Cook. Esso raffigura l'osservazione del transito di Venere del 1769 che la spedizione di Cook eseguì a Tahiti. Lo strumento che Charles Green punta verso il Sole è uno dei famosi telescopi gregoriani, costruiti da John Short, in dotazione alla spedizione.

Il mappamondo di Lalande relativo al transito di Venere del 1769

all'egresso, esso era già tramontato. Dopo aver attentamente esaminato una serie di località alternative, dalle isole Marchesi alle coste messicane e peruviane, propose che una spedizione francese si recasse in California, allora possedimento spagnolo. Nella zona sud della penisola californiana, in particolare, il transito sarebbe stato interamente visibile, con il Sole quasi allo zenit durante il primo contatto e in condizioni climatiche di solito molto favorevoli.

La corte di Madrid autorizzò la spedizione californiana con l'unica condizione che vi partecipasse una loro rappresentanza, costituita da due ufficiali della marina imperiale. Ad assumere l'incarico di capo della spedizione fu il ben noto abate Chappe, uno dei più esperti astronomi francesi, glorioso reduce dell'osservazione in Siberia del precedente transito. Questo viaggio si concluse però in maniera tragica: Chappe, e molti suoi compagni di avventura, si ammalarono di tifo e persero la vita. L'Accademia delle Scienze di San Pietroburgo, sollecitata della zarina Caterina II, si profuse in uno straordinario sforzo organizzativo, rivolgendo inviti ad astronomi di tutta Europa. Tre spedizioni, capeggiate da Roumouski, dallo svizzero Jacques-André Mallet (1740-1790) e da Jean-Louis Pictet (1739-1781), partirono per la Lapponia russa, dove il transito sarebbe stato visibile per tutta la sua durata. Le rive del Mar Caspio furono la meta di Georg Mortiz Lowitz (1722-1774) e Christoph Euler (1743-1812), figlio del matematico svizzero Leonard Euler. L'astronomo imperiale asburgico, il gesuita Maximilian Hell (1720-1792), su invito della corte danese, si recò all'isola di Wardhus, nella parte più settentrionale del continente europeo. Infine, Anders Planman (1724-1803), dell'Accademia delle scienze di Stoccolma, collocò il suo piccolo osservatorio di fortuna a Cajanebourg in Finlandia.

Si stima che questo transito abbia coinvolto 150 astronomi in 77 stazioni diverse, sparse in ogni angolo del

Un francobollo commemorativo, che ricorda l'astronomo imperiale Maximilian Hell, è stato emesso nel 1970 dalla repubblica cecoslovacca.

Le principali spedizioni scientifiche per il transito di Venere del 1769.

globo. L'Inghilterra e la Francia impiegarono, rispettivamente, 69 e 34 osservatóri, mentre nell'immenso territorio russo operarono non meno di 13 astronomi.
Al fine della determinazione della parallasse, le osservazioni più importanti furono quelle di Hell e Planman nell'estremo nord europeo, Chappe in California, Joseph Dymond (1746-1796) e William Wales (ca. 1734—1798) nell'America del nord e Cook, Green e Solander a Tahiti.
L'abate Jean Chappe d'Auteroche, che sarà ricordato come uno dei più avventurosi e sfortunati astronomi di ogni tempo, partì da Parigi nell'estate del 1768, accompagnato dal geografo Pauly, dal disegnatore Noël e dall'orologiaio Dubois. La sua destinazione finale era San José del Cabo in California, una località molto favorevole all'osservazione del transito, dove giunse il 15 maggio 1769. Qui alloggiò la strumentazione astronomica in un osservatorio assai ben realizzato, funzionante già il 26 maggio 1769. Il 3 giugno, sotto un cielo perfettamente sereno, rilevò il primo contatto esterno di Venere con il cannocchiale equatoriale, ma non osservò quella struttura a forma di croissant che aveva caratterizzato la sua sconcertante osservazione del transito siberiano del 1761. In compenso, vide, durante il contatto interno, la black drop: il bordo di Venere gli parve allungarsi come se fosse costituito da una materia molle, incollata al bordo del Sole.
Con giusta ragione, la sua osservazione fu ritenuta tra le più accurate del 1769.
Nonostante fosse stato colpito dal tifo, che lo portò alla morte il 1° agosto all'età di soli 41 anni, e fosse quindi in uno stato di grave prostrazione fisica, nei giorni successivi continuò ad osservare altri fenomeni celesti.
Vediamo ora cosa fece Pingré durante questo transito.
Questa volta, otto anni dopo e con qualche acciacco in più, non aveva il solo scopo di eseguire delle osservazioni astronomiche. L'*Académie* gli aveva assegnato l'impegnativo compito di indagare il funzionamento dell'orologio marino del famoso "artista" svizzero, naturalizzato francese, Ferdinand Berthoud (1707-1807). e, più in generale, di verificare i metodi per determinare la longitudine in mare, un problema ormai secolare e con aspetti di enorme importanza economica e strategica al quale, specialmente in Inghilterra e in Francia, si stava ossessivamente cercando una soluzione pratica ed affidabile. Tra l'altro, lo straordinario interesse sollevato da questi cronometri indusse l'Académie ad affidarne un altro esemplare all'abate Chappe, che lo portò con sé in California. La partenza della *Isis*, la nave di Pingré, per quello che si prevedeva essere un lungo viaggio di studio nell'Atlantico, avvenne molto tardi, il 12 febbraio 1769, a causa dei forti venti contrari che non consentirono, per mesi, di uscire in mare aperto. Finalmente, dopo un lungo peregrinare lungo le coste africane fin quasi

all'equatore, presero la rotta per le Antille e, il 9 maggio, entrarono nel porto di Fort-Royal alla Martinica. Pochi giorni più tardi, iniziò la stagione delle piogge e, per questo motivo, levarono l'ancora e si diressero su Santo Domingo, dove ormeggiarono nel porto di Cap-François il 23 dello stesso mese. Ormai il transito si avvicinava e fu quindi deciso, senza altri indugi, di allestire l'osservatorio su di una collina a nord-est della città.

Insieme a Pingré, che impiegava un buon acromatico di 1,5 metri di focale, il transito fu seguito da altri tre osservatóri: Destourès, comandante delle guardie della Marina sull'*Isis*, che impiegava il cannocchiale del quarto di cerchio di 60 centimetri; poi de la Fillièr, ufficiale di Marina, con un altro acromatico di 1,5 metri e, infine, de Fleurieu che si servì di un acromatico di 75 centimetri. Il primo contatto esterno fu rilevato per primo da Pingré e, per ultimo, 8 secondi dopo, da Destourès.

Un'altra importante spedizione fu capeggiata dall'astronomo imperiale, il padre gesuita Maximilian Hell, sotto l'egida della corona danese.

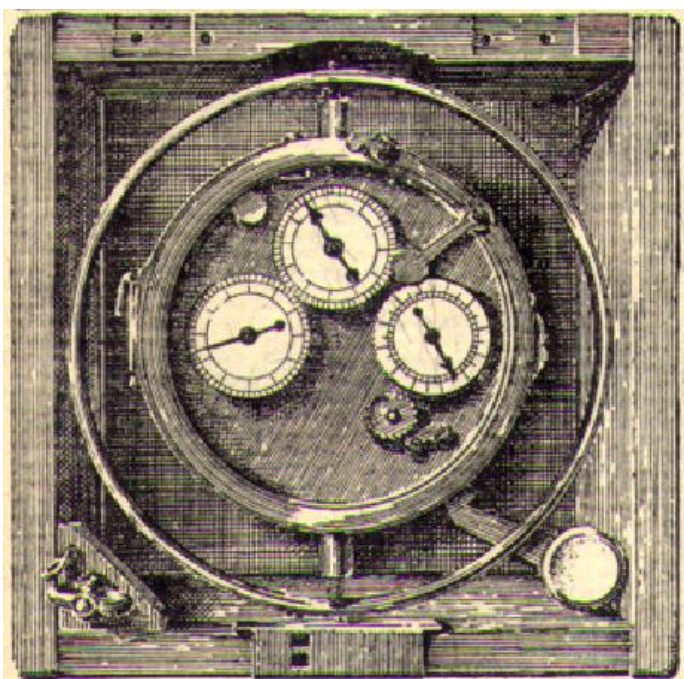
Hell era nato in Ungheria nel 1720 e, giovanissimo, entrato nei gesuiti, studiò matematica ed astronomia. A 36 anni divenne direttore dell'osservatorio astronomico universitario di Vienna, carica che, insieme a quella di astronomo imperiale, ricoprì per altri 36 anni. La sua ampiamente riconosciuta abilità di osservatore indusse l'ambasciatore danese a Vienna, il conte Bachoff, ad interpellarlo in occasione del transito del 1769, con la proposta di dirigere un'importante spedizione nell'estremo nord europeo per conto del re di Danimarca, incarico che accettò dopo aver ottenuto il benestare della corte viennese. L'osservatorio si sarebbe dovuto erigere a Wardhus, località norvegese sul mare di Barents a 70° di latitudine, nella quale avrebbe dovuto soggiornare a lungo in compagnia di due studiosi dell'Accademia delle scienze di Copenaghen: il botanico Borgrewing e l'astronomo Sajnowics, con i quali condivise i due anni di permanenza in terra lappone. Lo strumento più prezioso di Hell per l'osservazione del transito, acquistato con non poche difficoltà in Inghilterra da Dollond, era un cannocchiale acromatico di ottima qualità, con 3 metri di fuoco e munito di micrometro.

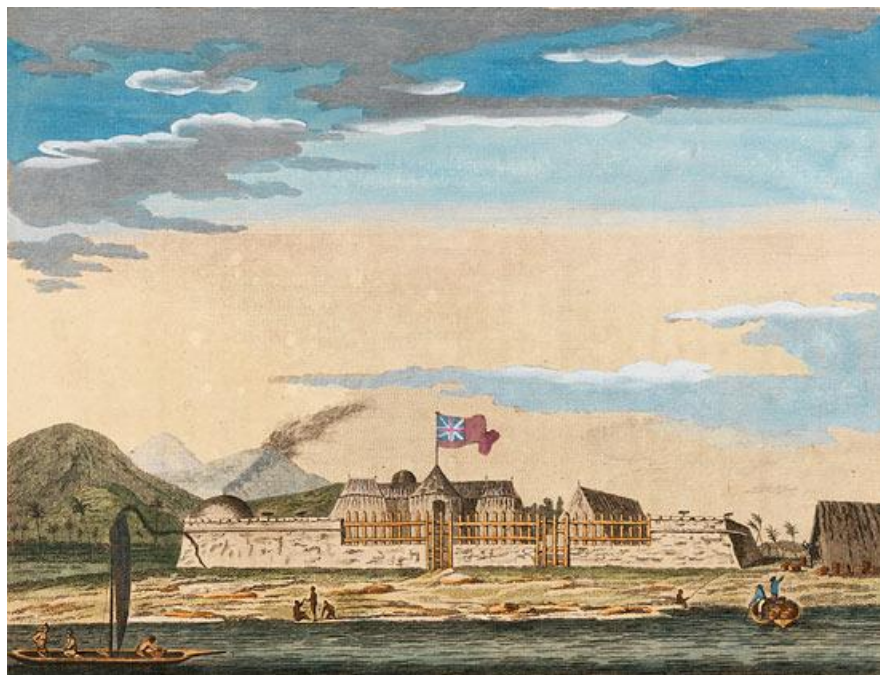
L'orologio marino n. 37 costruito da Ferdinand Berthoud

All'istante del primo contatto interno di Venere, con il Sole a 6° di altezza, il cielo era perfettamente sereno. All'uscita, il contatto interno dei bordi fu preceduto dall'apparizione della black drop, che si formò tra il lembo oscuro di Venere e quello luminoso del Sole.

Rientrato a Vienna il 12 agosto 1770, Hell attese molti mesi prima di dare alle stampe la sua tanto attesa memoria sul transito. Il ritardo nel comunicare le informazioni di un'osservazione di così capitale importanza scientifica, da molti ritenuto eccessivo e addirittura sospetto, fece nascere dubbi sull'onestà intellettuale del gesuita ungherese. Fu il massone ed anticlericale Lalande ad esprimere le maggiori riserve sulla sua condotta. Egli insinuò che il gesuita avesse sospeso la pubblicazione del suo giornale di viaggio in attesa di conoscere i dati delle osservazioni degli astronomi impegnati in altre spedizioni, per poter effettuare confronti e verifiche ed eventualmente aggiustare i propri dati.

L'astronomo imperiale, di fronte ad un'accusa così infamante, si difese con energia, attaccando pesantemente Lalande attraverso le pagine delle effemeridi di Vienna per il 1773.

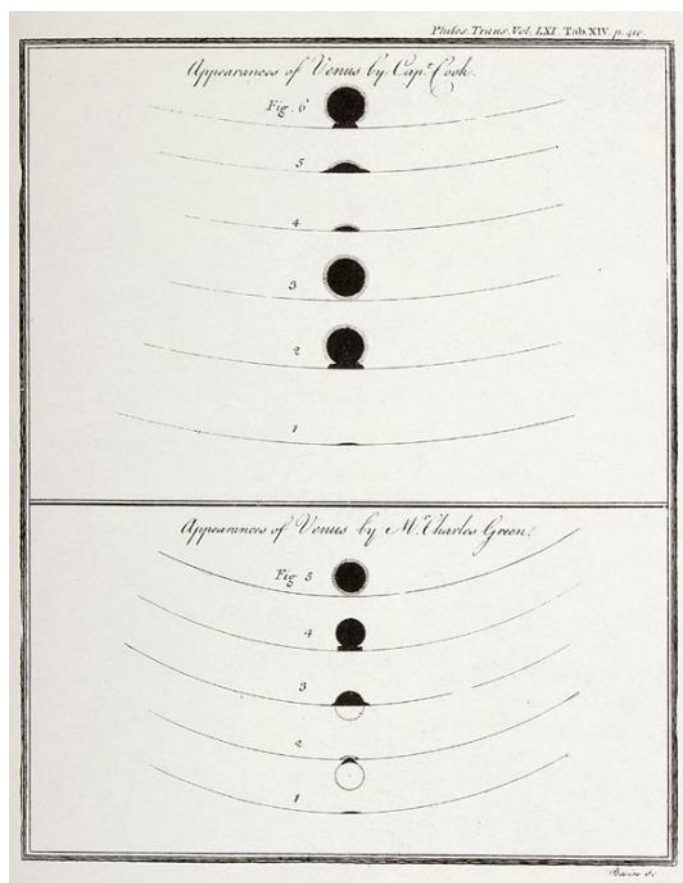
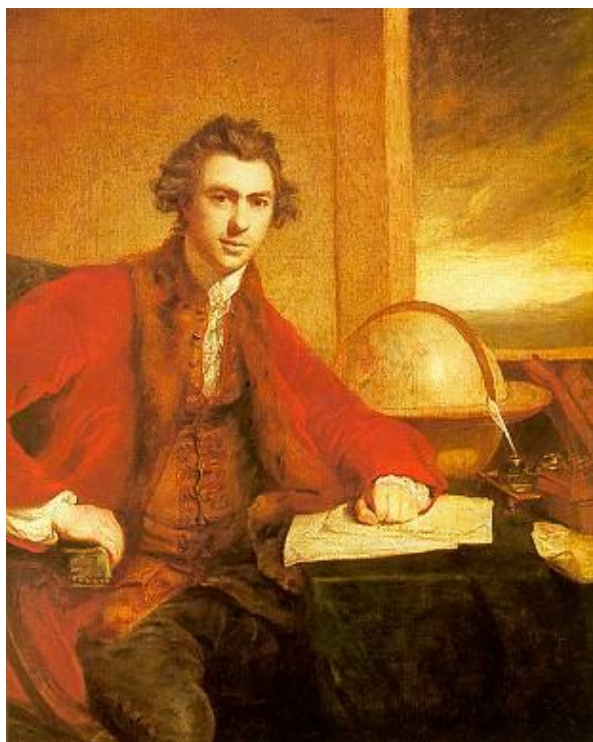
Non a torto, lo accusava di indebite ingerenze per aver cercato di accreditarsi, presso diverse corti europee, come l'unico qualificato a scegliere gli astronomi che avrebbero dovuto seguire il transito e di essersi arrogato il diritto di indicare i luoghi più idonei dove effettuare le osservazioni. Secondo Hell, il disegno di Lalande di condizionare i governi di diverse nazioni era stato messo in atto per soddisfare una smisurata ambizione e quell'«amore per la celebrità, che fu sempre la sua passione dominante», come non manca di commentare

Jean-Baptiste Delambre (1749-1822), allievo e biografo dell'astronomo francese.
Hell, pur profondamente ferito nella sua dignità professionale, si offrì di produrre, come prova della propria buona fede, l'originale del registro delle osservazioni e invocò le testimonianze dei suoi compagni di spedizione, M. Borgrewing e P. Sajnowics. Nonostante la sua replica risentita, la polemica sul mistero delle sue osservazioni a Wardhus non accennava minimamente a spegnersi, anzi, essa fu ulteriormente alimentata, negli anni successivi, dall'implacabile Pingré.
In tempi recenti, il gesuita Joseph MacDonnell sostenne la tesi del complotto contro Hell perché questi era un membro eminente della Compagnia del Gesù, a quei tempi molto osteggiata. Oggi, grazie ad accurate ricerche storiche, possiamo affermare con sicurezza che il gesuita non manipolò i dati del suo registro, anche se, quasi certamente, eseguì calcoli di controllo e confronti con altre osservazioni prima di diffondere i propri risultati. Il merito di aver riabilitato l'immagine e l'integrità scientifica di Hell spetta al famoso astronomo americano Simon Newcomb che, nel 1883, esaminò con attenzione il giornale compilato dallo stesso Hell a Wardhus.
Come abbiamo già ricordato, la *Royal Society* aveva acquistato la nave *Endeavour* per un viaggio di esplorazione intorno al mondo, al cui comando, dopo accese discussioni, fu nominato il tenente di vascello James Cook. A differenza della maggior parte dei suoi colleghi, Cook era tutt'altro che un rozzo e illetterato uomo di mare. Autodidatta di estrema intelligenza, versato nelle matematiche e in astronomia, era tanto abile e competente da vedersi pubblicata, nelle prestigiose *Philosophical Transactions*, una memoria sull'eclisse di Sole del 1766. Come poi risultò evidente a tutti, ivi compresi i suoi numerosi critici in seno allo stesso Ammiragliato britannico, per capacità, determinazione ed equilibrio, egli si dimostrò l'uomo giusto per portare al successo una difficile spedizione su rotte infide ed inesplorate.
Dopo lunghi preparativi, l'*Endeavour* salpò dall'Inghilterra il 26 agosto 1768. A bordo alloggiavano l'astronomo Charles Green, Joseph Banks (1743-1820), «un gentiluomo di larga fortuna, versato nella storia naturale» futuro presidente della *Royal Society*, il dottor Daniel Solander (1733-1782), amico di Banks, e un equipaggio di settanta uomini. Tahiti fu avvistata la mattina dell'11 aprile 1769, con un margine sufficiente di tempo per prepararsi al transito.
Durante tutto il mese che precedette il fenomeno, Green condusse una complessa serie di osservazioni astronomiche per verificare il funzionamento degli orologi e per determinare la latitudine e la longitudine di *Fort Venus*, l'accampamento fortificato fatto costruire da Cook per proteggere la spedizione dalle incursioni degli indigeni. Grazie alle ottime condizioni meteorologiche, l'osservazione del transito riuscì perfettamente. Ecco cosa scrisse Cook nel suo diario:

*Il viaggio del capitano Cook sull'*Endeavour*, nel 1768-1771.*

Fort Venus, l'accampamento fortificato che fu eretto da Cook a Tahiti per osservare il transito di Venere in tutta tranquillità e al riparo dalle incursioni degli indigeni.

"questa giornata si è rivelata pienamente favorevole ai nostri propositi; non si vedeva neppure una nuvola e l'aria era così limpida che abbiamo potuto osservare nelle condizioni migliori tutto il passaggio del pianeta Venere sopra il disco solare: attorno al corpo del pianeta abbiamo visto molto distintamente un'atmosfera o un'ombra oscura che ha disturbato moltissimo i tempi della congiunzione, specie i due intermedi".

Lasciato Tahiti, nei mesi successivi, Cook scoprì le Isole dell'Ammiragliato, poi quelle che, in onore della *Royal Society* chiamò Society Islands. Infine, circumnavigò la Nuova Zelanda e sbarcò in Australia. Purtroppo, subito dopo, a bordo dell'*Endeavour* scoppiò il colera e fu un'autentica ecatombe. Lo scalo a Batavia fu quasi fatale a causa dell'acqua infetta di cui fecero provvista: l'equipaggio, decimato dalla dissenteria, perse alcuni dei suoi migliori uomini e anche Charles Green morì tra sofferenze atroci.

L'arrivo dell'*Endeavour* in Inghilterra, accolto con incredulità perché si riteneva ormai certa la sua perdita in una qualche terribile tempesta nei Mari del Sud, fu annunciato dal *London Evening Post* del 15 luglio 1771. Il giornale ricordava che la nave aveva lasciato la madrepatria quasi tre anni prima «al comando di James Cook, delle Indie Orientali». Questa fu l'unica citazione pubblica che Cook si vide riconosciuta. L'Ammiragliato, dimostrando un'ingratitudine immotivata, gli conferì solo una piccola promozione a comandante e non a capitano, grado al quale egli giustamente aspirava.

Banks fu investito dell'immeritato ruolo di eroe unico di questa grande impresa e ricevette onori e riconoscimenti assolutamente sproporzionati ai suoi effettivi meriti, per il solo fatto che, da ricco gentiluomo di cam-

A destra, l'osservazione della black drop durante il transito, in due disegni eseguiti dal capitano Cook (in alto) e da Charles Green.

Ritratto di Joseph Banks

pagna, aveva partecipato, grazie alle giuste amicizie politiche, ad una grande spedizione scientifica. Per il povero Green invece, nessun *requiem*, solo poche e frettolose parole del giornalista, che ne descrisse in modo fantasioso ed inesatto la morte.

In questo modo inglorioso, contrassegnato da meschinità, tracotanza e piccole e grandi ingiustizie, si chiuse una delle più importanti imprese di esplorazione del XVIII secolo.

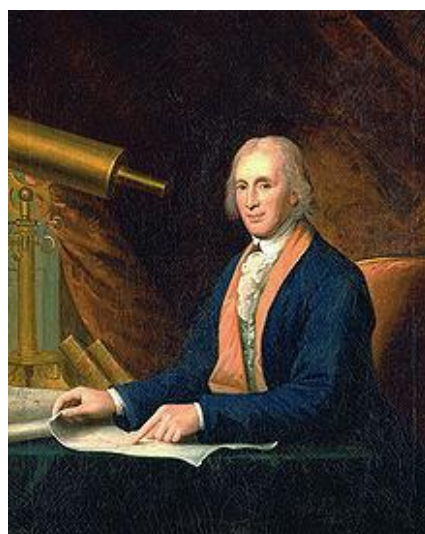
Riprendiamo ora la narrazione delle avventure di un altro assai poco fortunato protagonista di questa storia, il francese Le Gentil.

Nel 1761, lo avevamo lasciato su di un'isola sperduta dell'Oceano Indiano, deluso ed amareggiato per non aver raggiunto l'obiettivo principale del suo viaggio. Ripresosi dallo sconforto, decise di rimanere in quei mari fino al successivo passaggio di Venere. Nel 1766, risolse di trasferirsi a Manila, una delle migliori località asiatiche per la sua osservazione, dove arrivò il 10 agosto 1766. L'anno successivo, un'inaspettata lettera di Lalande, dallo sgradevole contenuto, gli ricordava come, in una memoria letta all'*Académie*, Pingré si fosse lagnato a gran voce della sua decisione di osservare il transito in una lontana terra straniera e auspicava il suo ritorno ad una colonia francese, possibilmente Pondicherry in India che, dopo le vicissitudini di guerra, era tornata in possesso della madrepatria. Legentil comprese immediatamente il messaggio, e ciò che esso implicava. Sarebbe stato veramente inopportuno ignorare le stentoree lamentele di uno dei membri più autorevoli dell'*Académie*: "mi misi a riflettere sul contenuto della lettera e, valutati gli inconvenienti, mi decisi a partire per Pondicherry", queste le sue sagge parole.

La partenza da Manila avvenne il 5 febbraio 1768 ed il viaggio durò in tutto 50 giorni. A Pondicherry, con i mezzi messi a disposizione dal governatore della regione, in meno di due mesi costruì un comodo osservatorio sulle rovine del vecchio forte militare, dove si trasferì per essere vicino ai suoi strumenti. Ormai si era convinto di poter seguire senza problemi il tanto atteso fenomeno: i suoi strumenti erano pronti e il pendolo ticchettava regolarmente nell'osservatorio. La notte del 2 giugno la passò in trepidante attesa. Alle 9 di sera, osservò insieme al governatore un'emersione di Io, il primo satellite di Giove. La brutta sorpresa era però in agguato. Nelle ore che precedettero l'alba del 3 di giugno accadde l'impensabile: si alzò un forte vento e subito dopo si scatenò una violenta tempesta che durò giusto il tempo dell'emersione di Venere dal Sole. Egli scrisse queste amare parole: "questa è la sorte che tocca sovente gli astronomi. Ho fatto più di diecimila leghe [...] mi sono esiliato dalla mia patria e tutto questo per essere spettatore di una nuvola fatale, che coprì il Sole nel momento esatto dell'osservazione, per togliermi il frutto delle mie pene e delle mie fatiche". Fu solo il 1°

Ritratto di Guillaume Joseph Hyacinthe Jean-Baptiste Le Gentil de la Galaisière

A sinistra, ritratto di John Winthrop. A destra, il piccolo telescopio, in configurazione ottica gregoriana, perfettamente restaurato, che è raffigurato nel ritratto di Winthrop e che fu utilizzato nell'osservazione del transito di Venere del 1769.

marzo 1770, ancora convalescente per una brutta malattia, che si imbarcò su di un vascello e, finalmente, dopo 11 anni, 6 mesi e 13 ore di peregrinazioni, guerre, malattie, e brucianti delusioni professionali, fece ritorno in Francia.
L'osservazione del transito fu particolarmente sfavorevole per la maggior parte delle capitali europee, con l'eccezione di San Pietroburgo, che ha una latitudine assai elevata e dove, nel periodo estivo, le notti sono assai brevi. In quella città, il primo contatto esterno avvenne al tramonto, con il Sole a meno di 1° sull'orizzonte e l'egresso totale all'alba, a 6° di altezza. Esso fu seguito da Anders Johan Lexell (1740-1784), Christian Mayer (1719-1783) e dal grande matematico Leonhard Euler (1707-1783), segretario dell'Accademia di San Pietroburgo, con buoni cannocchiali acromatici e riflettori di corta focale.
William Bayley (1727-1810), assistente di Nevil Maskelyne a Greenwich, munito degli ordini di viaggio della *Royal Society*, si spinse fino a Capo Nord, nella parte più settentrionale della penisola scandinava. Il 3 giugno, con il Sole ad 8° sull'orizzonte, osservò il contatto tra i due lembi e l'apparire della *black drop* con il riflettore di 60 centimetri di focale a 100 ingrandimenti: "Venere era collegata al lembo solare tramite un legamento nero che, gradualmente diminuiva in larghezza [...] durante l'osservazione l'aria era rossa e nebbiosa e il lembo del Sole tremolava".
John Winthrop (1714-1779), che aveva già osservato il transito del 1761 e, ancor prima, quello di Mercurio del 1740, si trovava a Cambridge nel New England. Con un telescopio di Short da due piedi, osservò il primo contatto interno e misurò più volte con un micrometro obiettivo il diametro di Venere e la sua minima distanza dal centro del Sole.
In Pennsylvania, a Norriton, un comitato per il transito di Venere, istituito dalla *American Philosophical Society,* promosse la costruzione di un osservatorio astronomico molto ben attrezzato che, con il contributo finanziario di privati, poté disporre di un riflettore gregoriano da 2,5 piedi, due rifrattori da 36 e 42 piedi, un quadrante astronomico di Sisson e orologi a pendolo.
Il giorno del transito, David Rittenhouse, uno degli osservatóri a Norriton, vide il lembo del Sole perfettamente definito e senza turbolenza. Ma, quando già metà del pianeta si trovava sul Sole, l'altra metà apparve circondata da un semi-anello di luce che continuò ad aumentare la sua luminosità fino al momento del contatto interno.

Ritratto dell'americano David Rittenhouse (1732-1796), astronomo, inventore e costruttore di orologi.

Ritratto di Charles Messier, uno dei più grandi osservatori del cielo del Diciottesimo secolo.

A Parigi e nei dintorni, nei due giorni precedenti, le condizioni meteorologiche furono assai sfavorevoli. Il giorno del passaggio, un violento nubifragio si abbatté sulla città. Il transito fu visto solo a tratti. Cassini de Thury (1714-1784), dall'*Observatoire*, scorse il Sole ad appena 2° sopra l'orizzonte. L'iperattivo Lalande, dall'Osservatorio del Collegio Mazarin, potè vedere Venere quando già era sul Sole e continuò ad osservare, con grande abnegazione, «malgrado la pioggia mi inondasse». Charles Messier (1730-1817), scopritore di molte comete e autore del famoso catalogo di oggetti celesti che porta il suo nome, osservò il transito dalla garitta del Collége de Louis-le-Grand di Parigi, che consentiva di dominare tutto l'orizzonte. Egli disponeva di un cannocchiale acromatico di 3,6 metri di fuoco e 10 centimetri di apertura, con 120 ingrandimenti. Dopo aver rilevato il contatto interno, Messier passò ad un telescopio gregoriano equatoriale da 3 pollici di diametro e 40 ingrandimenti con filtri di vario colore. È con questo telescopio e un filtro, con il quale il Sole appariva bianco, che osserva Venere a forma di *croissant*. Cambiando il filtro con un altro di colore rosso, il *croissant* sparì e Venere gli apparve appiattito, con uno schiacciamento che stimò in 3". Questa osservazione richiama alla mente, per diversi aspetti, quella di Chappe del 1761 in Siberia.

Jean-Paul Grandjean De Fouchy (1707-1788) insieme ad alcuni colleghi, fu ordinato di recarsi al *Cabinet de Physique du Roi* a Passy, dove approntarono per il transito un angolo appartato del padiglione del giardino della Muette. Solo poco dopo le 7 pomeridiane, quando ormai disperavano di poter vedere qualcosa, fu finalmente possibile scorgere, anche se solo per pochi istanti, Venere ormai entrato sul disco solare. Il giorno successivo, essi osservarono l'eclisse di Sole e de Fouchy, con un telescopio in montatura equatoriale da 2,4 metri di focale seguì il fenomeno per proiezione su di un foglio di carta bianca. Fu prestata particolare attenzione ai tempi di immersione di alcune grosse macchie solari ed il disegno dell'intero disco del Sole, pubblicato nelle Memorie dell'*Académie*, ci fa vedere che Venere, durante il transito, passò a circa 4' a nord della più grossa macchia visibile quel giorno.

A Greenwich, dove operavano diversi osservatóri, tra i quali l'astronomo reale Nevil Maskelyne, tutti videro la *black drop*, ognuno però con una durata diversa del legamento, compresa tra 10 e 73 secondi. Di rilevante interesse le annotazioni di Maskelyne in margine al transito. Egli prestò particolare attenzione al verificarsi di eventuali fenomeni legati alla presenza di un'ombra o di una penombra che avrebbe potuto precedere Vene-

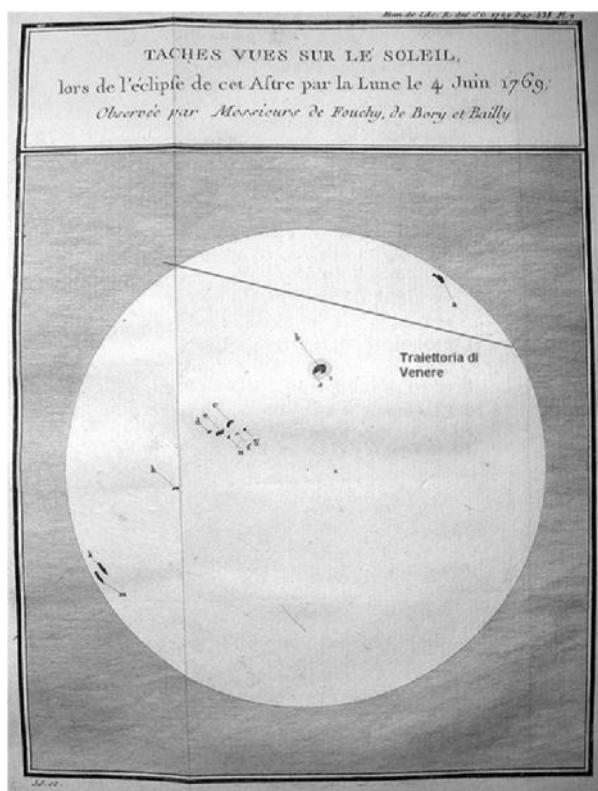



Immagine del Sole con le sue macchie, 24 ore dopo il transito di Venere e fuori dall'eclisse del 4 giugno. Sul disegno, eseguito a Parigi da de Fouchy, abbiamo tracciato il percorso di Venere, che passò tra due macchie.

Disegno tratto da: De Fouchy, J.P.G., de Bory, , Bailly, J.-S., Observation du passage de Vénus sur le Soleil, le 3 Juin 1769,, Mém. de l'Académie Royale des Sciences année 1769, p. 531-538, Paris 1772.

re in prossimità del contatto esterno, così come fu segnalato da Hirst nel 1761, senza però notare nulla.

L'osservazione delle fasi del transito non fu omogenea: dei 150 osservatóri sparsi per il globo, solamente 27 osservarono i due contatti interni e non pochi problemi sorsero nel rilevamento dei tempi del fenomeno. In genere, i momenti dei contatti furono presi, all'entrata di Venere, quando era apparso un "filetto" di luce tra i bordi dei due corpi.

All'uscita, l'indicatore del contatto fu generalmente ritenuto l'istante della sparizione del filetto luminoso. Le 27 osservazioni complete mostravano però delle differenze notevoli tra il momento del contatto apparente e quello della sparizione del filetto di luce. Ad esempio, William Wales, alla Baia di Hudson, trovò 24 secondi tra questi due istanti all'uscita; Charles Green, a Tahiti, rilevò una differenza di 40 secondi all'entrata e 48 secondi all'uscita. Queste incertezze sulla precisione con la quale i contatti interni furono osservati si riversarono sui calcoli della parallasse, generando discussioni infinite tra gli astronomi con echi anche nel secolo successivo.

In Francia, il problema della parallasse fu esaminato dai soliti Lalande e Pingré ai quali si aggiunse Dionis Du Séjour dell'*Observatoire* parigino.

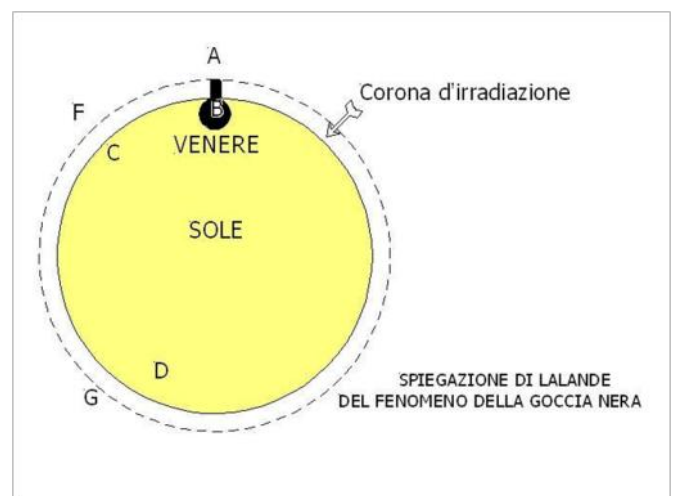
I calcoli eseguiti da Lalande con il metodo di Halley, facendo uso delle cinque osservazioni complete di Chappe, Dymond e Wales, Green e Cook, Planman e Hell, portavano ad un valore medio della parallasse solare di 8,5", che per lui, «incontestabilmente» (come ironizza Pingré), era la determinazione più vicina al vero. In due diverse memorie, del 1770 e del 1772, pubblicate negli atti dell'*Académie*, Pingré espresse un totale disaccordo con le conclusioni di Lalande che riteneva affette da un errore di almeno 0,3".

Ricordiamo che una variazione della parallasse solare da 8,5" a 8,8" comporta un errore, assolutamente non trascurabile, del 3% nella misura dell'Unità Astronomica.

Un altro notevole contributo al problema della parallasse provenne da Dionis Du Séjour, abile matematico in forza all'*Observatoire*, che ripetè pazientemente tutti i lunghi calcoli richiesti dai metodi di Halley e di Delisle. In effetti, la parallasse media da lui trovata, con metodi matematici originali, attraverso le osservazioni dei due transiti, era abbastanza accurata e variava poco, da 8,82" per il transito del 1761 a 8,84" per quello del 1769. Delambre, però, nella sua *Storia dell'Astronomia Moderna*, ingiustamente critica queste conclusioni perché, a suo dire, Du Séjour avrebbe impiegato troppe osservazioni, senza averne valutato in modo adeguato la correttezza.

Calcoli analoghi furono eseguiti da Thomas Hornsby a Oxford, ed il suo valore è simile a quello di du Séjour e di Pingré: 8,78". Secondo Hornsby, se si pone il raggio terrestre uguale a 3985 miglia inglesi la distanza media Terra-Sole sarà di 93.726.900 miglia.

La prima credibile spiegazione della formazione della *black drop* fu fornita da Lalande.

Apparsa a numerosi osservatóri in entrambi i transiti del 1761 e del 1769, ma anche durante alcuni passaggi di Mercurio, essa si forma quando Venere, avanzando sul disco solare, si avvicina al primo o al secondo contatto interno. Si vede allora comparire una goccia nera o un cordone nero che, come un ponte, lega il pianeta al lembo solare. Lalande spiegò il fenomeno per mezzo dell'irradiazione: la grande intensità luminosa del Sole produce sulla retina l'effetto di farci vedere il disco solare più grande di quello che è in realtà. Secondo Lalande, nell'istante in cui i bordi dei due astri coincidono, l'effetto dell'irradiazione s'annulla bruscamente nel punto di contatto. Il pianeta deve dunque presentare in quel punto una protuberanza nera, il Sole un'insenatura, e l'insieme dei due effetti forma il legamento nero. L'astronomo francese notava che il Sole non è limitato dal suo disco apparente, ma da un cerchio di un diametro leggermente più piccolo, minore di circa 6".

Lalande spiegò la formazione della goccia nera per mezzo della corona di irradiazione, di 3" di spessore, che circonda il Sole.

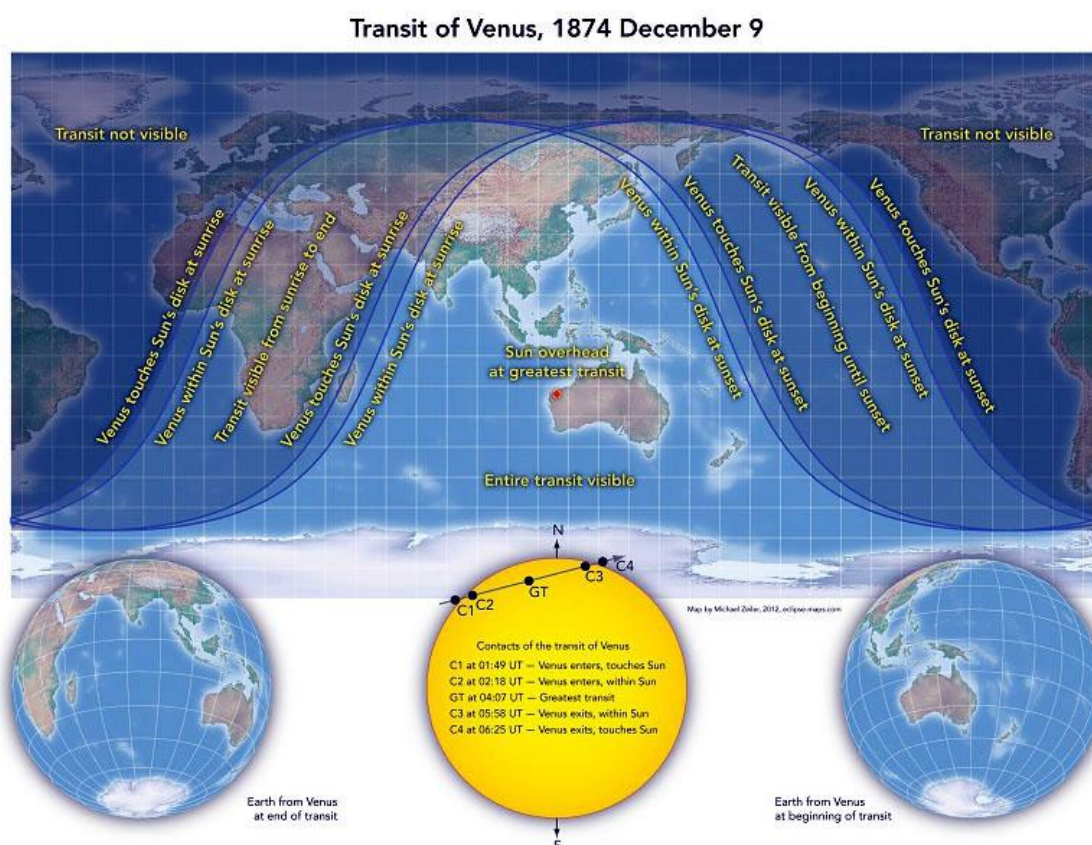
Jean-Baptiste Delambre, che decenni dopo ripropose l'ipotesi di Lalande, scriveva: «*quando Venere è in contatto interno, il suo disco è circondato dall'irradiazione da tutti i lati, eccetto che verso il punto di contatto, dove esso deve essere allungato da un punto nero che interrompe la corona luminosa. Nel momento in cui Venere si è spostato dal bordo, l'irradiazione ritorna da tutte le parti, il punto nero sparisce e questa circostanza rende l'osservazione più sicura*». Il momento dell'apparizione o della sparizione del legamento nero, nei contatti interni, deve dunque indicare l'istante del contatto reale tra i bordi dei due corpi celesti.

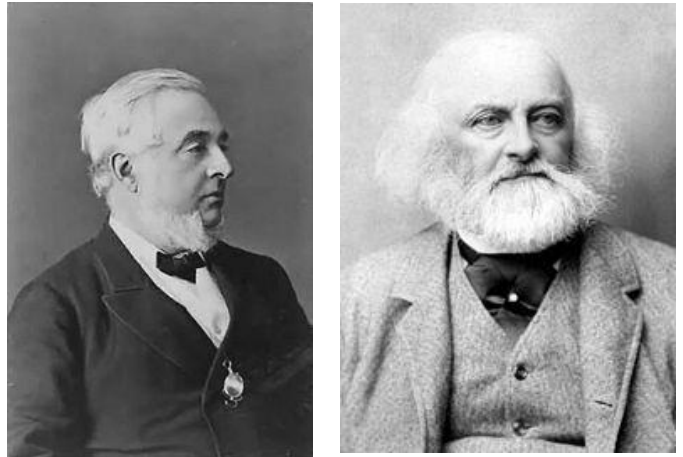
Il transito dell'8-9 dicembre 1874

Il transito del 1874 è di particolare interesse storico per almeno due motivi. Il primo per le dispute che si accesero sulle tecniche e gli strumenti da impiegare nell'impresa, a dimostrazione di una sostanziale divergenza di vedute tra scienziati europei e americani. Poi, per la nefasta influenza della congiuntura politica internazionale, seguita alla disastrosa guerra franco-prussiana del 1870-71, che influì negativamente, con il suo spaventoso carico di distruzione e di morte, anche sulle attività degli astronomi.

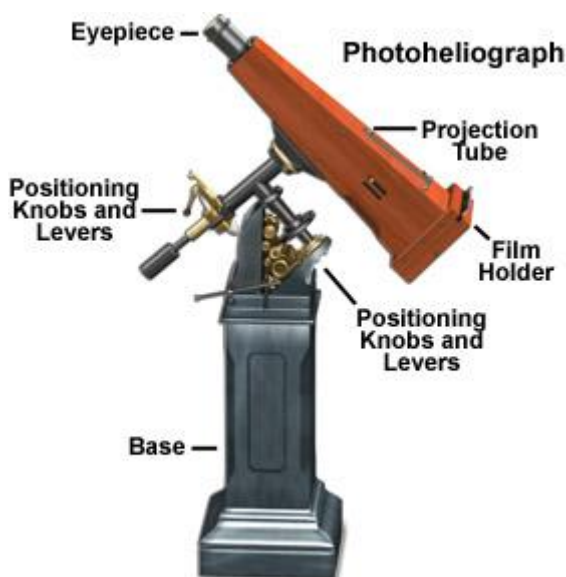
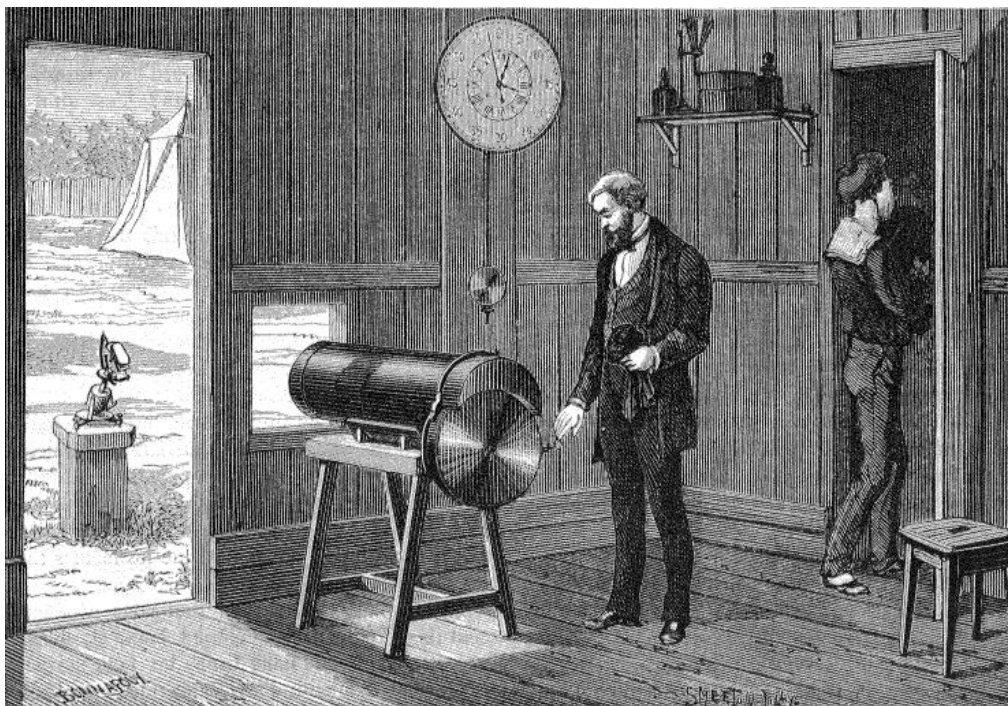
Le condizioni di visibilità del transito, già approssimativamente calcolate nella seconda metà del Settecento dall'astronomo dell'*Observatoire*, D. Duséjour, prevedevano che la totalità avrebbe interessato buona parte dell'Asia, l'Africa orientale e meridionale e gli Oceani Indiano e Pacifico del sud, fino alla Nuova Zelanda. Nell'Europa meridionale e nella parte nord-occidentale dell'Africa, sarebbe stata visibile sola la fine del transito, con il Sole al nascere. L'Oceano Pacifico occidentale, le coste orientali dell'Asia, le isole Marianne e la Nuova Guinea avrebbero avuto Venere in uscita con il Sole al tramonto. Naturalmente il fenomeno non fu visibile in nessun luogo situato ad una latitudine boreale maggiore di 68°.

La prima località terrestre da dove si vedeva Venere entrare sul Sole si trovava ad est delle isole Curili; l'ultima a ovest delle isole Tristan de Cunha, nell'Oceano Atlantico. L'uscita di Venere fu osservata per la prima volta nel Mar di Ross, per ultima nel nord della Svezia. Queste quattro zone sono i cosidetti *poli di entrata e di uscita* del transito, ed hanno l'importante proprietà di presentare la maggiore differenza tra i tempi dei contatti.

Per la ricerca della parallasse durante questo transito furono indicati tre metodi d'osservazione: fotografico,

eliometrico e spettroscopico.
Il primo di questi, quello fotografico, era stato proposto da due pionieri della nuova tecnica applicata all'astronomia, Warren de la Rue (1815-1889) e George Phillips Bond (1825-1865). Le prime esperienze di fotografia astronomica in Inghilterra erano state particolarmente incoraggianti, consentendo, tra l'altro, un'accurata misura del diametro solare. Per il transito di Venere, si pensò di utilizzare uno strumento, messo a punto per la prima volta a Kew, il fotoeliografo che, nel prototipo, era costituito da un obiettivo di 9 cm di apertura e 130 cm di focale. Un oculare provvedeva poi ad ingrandire per proiezione l'immagine del Sole fino a 10 cm di diametro. L'immagine solare andava poi ad impressionare una lastra fotografica.
Il fotoeliografo fu adottato dalle spedizioni russe e inglesi, anche se alcuni astronomi inglesi espressero riserve sull'utilità dello strumento a causa della distorsione ottica introdotta dall'oculare di proiezione. Gli inglesi realizzarono otto di questi strumenti, dei quali tre per conto del governo russo.
In America, Lewis Morris Rutherfurd (1816-1892) aveva invece concentrato i suoi sforzi sullo sviluppo di uno strumento d'osservazione poco convenzionale, costituito da un obiettivo di 12 metri di focale, che faceva uso di un siderostato simile a quello realizzato da Foucault per l'Osservatorio di Parigi. Il siderostato consisteva di uno specchio piano semi-argentato che rinviava i raggi solari sull'obiettivo posizionato orizzontalmente. L'immagine solare, proiettata direttamente senza

Schema del fotoeliografo costruito da Warren de la Rue per l'osservazione del Sole.

Ritratti fotografici di Warren de la Rue e Lewis Morris Rutherfurd

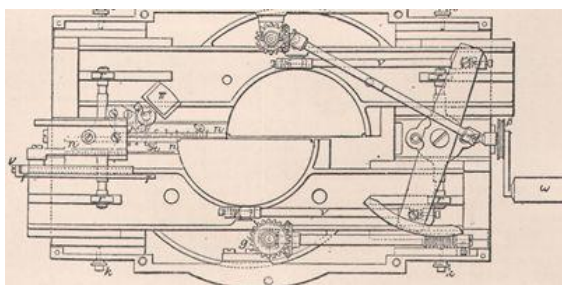
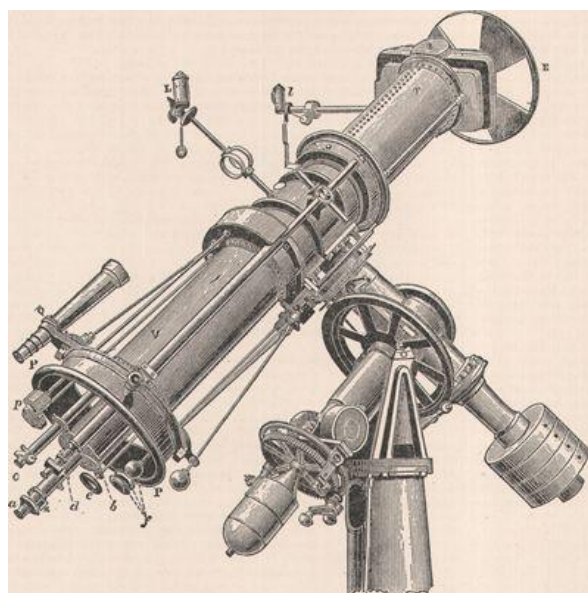
l'interposizione di ottiche aggiuntive, si formava all'interno di una camera oscura, nella quale la lastra fotografica veniva impressionata e sviluppata. La tecnica fotografica preferita dai francesi nelle riprese del transito fu invece quella classica, anche se antiquata, della dagherrotipia, mentre solo qualche ripresa sperimentale fu eseguita con le lastre al collodio. Gli inglesi e i tedeschi accantonarono definitivamente i dagherrotipi ed impiegarono le più sensibili e pratiche lastre secche.
Ancora un francese, Jules Janssen (1824-1907) propose un brillante metodo, per la verità di non facile applicazione, per fotografare gli istanti dei contatti dei lembi di Venere e del Sole. Janssen realizzò un dispositivo attraverso il quale si poteva riprendere una serie di fotografie del lembo solare su di un'unica lastra, ad intervalli esattamente definiti di tempo. L'emulsione sensibile, sagomata a forma di disco, ruotava attorno ad un asse parallelo all'asse ottico e poteva riprendere fino a 180 immagini, una al secondo, centrate sulla zona di immersione o emersione di Venere. Esaminando al microscopio le singole immagini, si sarebbe ricavato l'istante preciso del contatto dall'ordine delle fotografie che ne riportavano l'immagine.

Il secondo metodo, da cui ricavare i dati per la parallasse, si basava sulla misura della distanza dei centri di Venere e del Sole durante il passaggio e faceva uso dell'eliometro, perfezionato dall'ottico tedesco Johann George Repsold (1770-1830).
Lo strumento fu inventato nella prima metà del XVIII secolo da Pierre Bouguer (1698-1758) ed alcuni esemplari, costruiti dall'ottico inglese James Short (1710-1768), vennero impiegati con un certo successo da francesi ed inglesi nei transiti del 1761 e del 1769.

Il dispositivo fotografico per la ripresa del transito di Venere messo a punto da Jules Janssen.

Una variante dell'eliometro, costituita da due semi-lenti di diversa focale, fu messa a punto in Belgio da Louis Niesten (1844-1920) e realizzato da Grubb in Irlanda, ma esso venne utilizzato solamente nel successivo transito del 1882. Il principale pregio dello strumento era la sua notevole rapidità di acquisizione delle misure, fino ad una ogni 30 secondi.

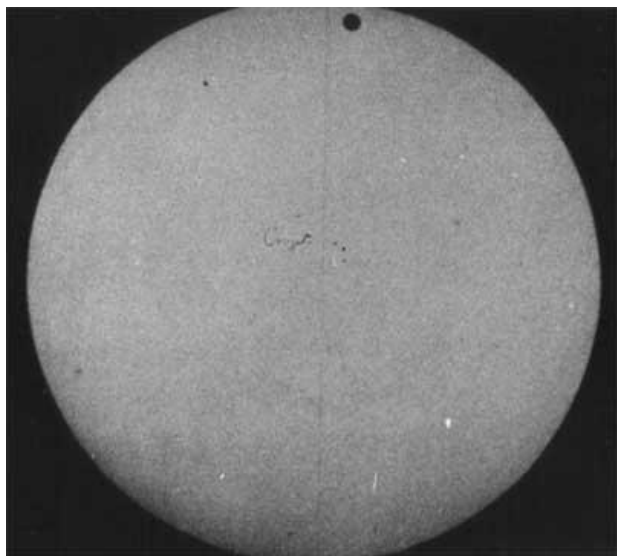
Per l'osservazione del transito nulla fu trascurato. Si considerarono anche le difficoltà legate alle osservazioni del Sole a basse altezze sull'orizzonte.

George Biddell Airy (1801-1892) a Greenwich, ideò un ingegnoso oculare che avrebbe dovuto ridurre l'effetto dispersivo dell'atmosfera e il degrado nella definizione delle immagini. Il principio su cui si basava consisteva nell'utilizzare una lente che da una parte era emisferica e piana dall'altra. La lente poteva muoversi all'interno di una cavità a forma di calotta sferica dello stesso raggio di curvatura della lente. Agendo su di una vite si modificava l'inclinazione della lente e si potevano quindi utilizzare parti diverse della calotta sferica. Si introduceva in questo modo una dispersione della luce che aveva l'effetto di compensare la maggior parte della dispersione atmosferica.

Il metodo spettroscopico, che ebbe tra i suoi promotori Padre Angelo Secchi (1818-1878), fu ritenuto particolarmente adatto al rilevamento dei contatti esterni, anche se era sempre apparso alquanto difficoltoso posizionare con precisione la fenditura dello strumento nel punto esatto del contatto tra i due lembi. L'astronomo inglese Joseph Norman Lockyer (1836-1920) diede una soluzio-

Sopra, schema di montaggio dell'eliometro di Repsold. A fianco: l'eliometro, installato all'estremità superiore del tubo di un telescopio, veniva utilizzato allo stesso modo di un normale obiettivo astronomico.

Il gesuita reggiano Padre Angelo Secchi fu uno dei maggiori astronomi dell'Ottocento.

ne al problema realizzando una fenditura regolabile a forma di anello.

Le spedizioni scientifiche internazionali

Nel 1857, l'astronomo reale G.B. Airy, famoso anche per aver accolto con freddezza i calcoli del giovane e sconosciuto John Couch Adams che dimostravano l'esistenza di Nettuno, definì la determinazione della parallasse solare come «il più nobile problema dell'astronomia».
Sostenitore dell'osservazione dei transiti di Venere quale mezzo per calcolare questa fondamentale costante astronomica, egli propose di approntare un consistente numero di stazioni astronomiche, sparse sui due emisferi, per l'osservazione del transito del 1874.
Airy era convinto di due cose: la prima, che gli sviluppi tecnici della strumentazione astronomica e i nuovi metodi matematici avrebbero consentito di ottenere un valore più accurato della parallasse solare, migliore delle stime ricavate dai transiti del 1761 e del 1769. La seconda, che il metodo da preferire per il calcolo della parallasse fosse quello di Delisle. Airy suggeriva di abbandonare il vecchio metodo di Halley perchè richiedeva che da ogni stazione osservativa fosse possibile seguire l'intero transito. Con questo metodo sarebbe però bastato un improvviso peggioramento delle condizioni meteorologiche per perdere uno dei contatti e rendere pressoché inutile la spedizione. Il metodo di Delisle, invece, richiedeva due sole osservazioni di ingresso o di egresso e l'accurata determinazione della longitudine.
La supposta superiorità del metodo di Halley, paventata da alcuni astronomi dell'epoca, era unicamente basata sulla supposizione che gli errori d'osservazione dei tempi di contatto fossero minori degli errori di cui erano affette le longitudini dei luoghi d'osservazione. Ma le osservazioni dei precedenti transiti avevano mostrato che i tempi di contatto rilevati erano affetti da errori di 20 o 30 secondi, mentre le longitudini potevano essere conosciute a 2 o 3 secondi di tempo, migliori di un ordine di grandezza. Nel 1868, durante un *meeting* della *Royal Astronomical Society*, le idee di Airy trovarono un oppositore in Richard Anthony Proctor (1837-1888), segretario della *Society* e convinto sostenitore del metodo di Halley. Il contrasto tra Proctor e Airy assunse toni aspri ed ebbe una drammatica soluzione nel 1873, quando il segretario della *Society* fu costretto a dimettersi e il dispotico Astronomo reale poté finalmente avere mano libera. Durante la programmazione delle attività per il transito, Airy che, oltre ad una notevole arroganza, certo non brillava per originalità, si dimostrò inizialmente refrattario all'impiego della fotografia nelle osservazioni del transito. Cambiò idea solamente quando il maggior esperto inglese di fotografia astronomica, Warren De la Rue, si fece carico dell'impegnativo compito di approntare la strumentazione necessaria.
Le località di destinazione delle missioni inglesi si trovavano nell'Africa del nord, in India e nell'Oceano Pacifico. Alle Hawaii le stazioni furono tre, mentre all'isola di Kerguelen, nell'Oceano Indiano meridionale, ve ne erano due, una a nord e l'altra a sud dell'isola. Le due stazioni indiane, sotto la direzione del Colonnello James Francis Tennant (1829-1915), fecero uso del fotoeliografo di De la Rue. Ogni stazione disponeva di tre cannocchiali, di uno strumento dei passaggi, di un altazimutale e di un equatoriale da 15 centimetri d'apertura, nonché di tre pendoli fabbricati dal grande orologiaio londinese John Dent (1790-1853). Tra le spedizioni inglesi va annoverata anche quella organizzata da un ricco cittadino britannico, Lord James Lindsay che, con largo impiego di mezzi, aveva attrezzato una propria stazione alle isole Mauritius. Tra gli scopi dichiarati della missione, l'osservazione dei contatti interni, quella del primo contatto esterno e della cromosfera con il metodo spettroscopico proposto da Padre Secchi, la fotografia e le misure eliometriche.

Un'immagine del Sole durante il transito di Venere del 1874, realizzata in Tasmania dalla spedizione americana.

Il colonnello inglese J.F. Tennant propose al Viceré delle Indie di approntare una stazione osservativa per il transito nel nord-ovest indiano a Roorkee. Dopo l'approvazione, fu consultato Warren De la Rue per la scelta della strumentazione astronomica. Da pioniere entusiasta della fotografia, De la Rue, naturalmente, propose un fotoeliografo, delle stesse dimensioni e costruzione di quelli equipaggiati sotto gli auspici dell'*Astronomer Royal*. Nella progettazione dello strumento, l'astrofotografo inglese adottò però alcune idee di Janssen per moltiplicare l'esposizione dei fotogrammi.

Al Cairo, dove il tempo fu incerto, il terzo contatto fu fotografato da William de Wiveleslie Abney (1843-1920), della spedizione inglese, ed osservato al telescopio da Arthur Auwers (1838-1915) capo della spedizione prussiana.

A Mokattam, in Egitto, F.M. Newton, con un rifrattore da 11 cm, vide un piccolo legamento durante l'egresso di Venere.

A Honolulu, il capitano George Lyon Tupman (1838-1922), della marina inglese, poteva disporre di due rifrattori equatoriali da 4,5 e 6 pollici di apertura e di due riflettori da 4 pollici. Sul rifrattore da 4,5 pollici fu installato uno spettroscopio a prismi a visione diretta di Browning. L'osservazione spettroscopica della cromosfera iniziò alle 2^h 30^m di tempo locale, in prossimità del punto previsto del primo contatto esterno. Alle 3^h 14^m fu rilevato il contatto di Venere con la cromosfera. Tupman esegue poi otto misure di distanza tra i centri di Venere e del Sole con il micrometro a doppia immagine, al rifrattore da 6 pollici con 250 ingrandimenti.

Quando Tupman sostituì il micrometro con un oculare da 150 ingrandimenti e un filtro neutro, osservò con chiarezza delle frange di diffrazione che circondavano il pianeta ed una debole, parziale illuminazione del disco. All'egresso, Tupman non vide alcun legamento o *black*

A sinistra, l'osservatorio realizzato alle Mauritius a spese di lord James Lindsay, 26° conte di Crawford (1847-1913), ricchissimo finanziatore di una spedizione inglese per il transito del 1874. A destra una caricatura di Lord Lindsay.

Il capitano George Lyon Tupman al rifrattore di 4,5 pollici della stazione osservativa di Honolulu.

drop, ma solamente un'ombra diffusa nel punto di contatto, fenomeno che era stato spesso rilevato durante le prove eseguite con il modello di simulazione del transito approntato per addestrare gli astronomi. Le immagini realizzate dal tenente Ramsden al fotoeliografo furono solamente 60.

Negli Stati Uniti, il Congresso istituì una Commissione scientifica «to expend such appropriations as might be made by Congress for the observations of the coming Transit of Venus». La Commissione fu composta da Simon Newcomb (1835-1909) e William Harkness (1858-1919), entrambi del Naval Observatory, dall'Ammiraglio Benjamin F. Sands (1811-1883), sovrintendente dell'U.S. Naval Observatory, e da Benjamin Peirce (1809-1880) sovrintendente dell'U.S. Coast Survey. L'ammiraglio Sands, nel marzo 1872, chiese al Congresso un'erogazione di 150.000 dollari, giustificata con queste parole: «for one of the rarest and most interesting phenomena in astronomy».

In una memoria indirizzata alla Commissione del Congresso, Newcomb, massimo esperto americano di astronomia sferica e candidato alla direzione dell'*American Ephemeris*, parla dei due metodi che potrebbero essere adottati per le osservazioni del transito. Il primo, che consiste nel fissare il momento del contatto tra il pianeta e il Sole, non gli era per nulla gradito. Il secondo, da lui invece caldamente raccomandato, consisteva nel determinare più volte durante il transito, con la maggior precisione possibile, la distanza e l'angolo di posizione del centro del pianeta dal centro del Sole. Per ottenere queste misure, Newcomb pensò di utilizzare la fotografia con un sistema ottico dotato di un siderostato e di un cannocchiale di lunga focale in posizione orizzontale. Sul piano focale l'immagine del Sole avrebbe impressionato una lastra fotografica al collodio (*wet plate*).

Le stazioni americane furono tre nell'emisfero nord, Vladivostok, Pechino e Nagasaki, e cinque in quello sud, all'isola Kerguelen, in Nuova Zelanda, alle isole Chatham e due in Tasmania. Il personale di ogni stazione era costituito da un capo missione, un astronomo, un capo fotografo e due assistenti fotografi. La spedizione a Bluff Harbour, in Nuova Zelanda, era comandata da Christian Heinrich Friedrich Peters (1813-1890), un danese emigrato negli Stati Uniti e specializzato in astronomia solare, divenuto direttore al Lichfield Observatory. L'osservatorio, predisposto per accogliere un equatoriale da 12,5 cm di apertura, fu installato il 31 ottobre, mentre il fotoeliografo divenne operativo dal 14 novembre. Il giorno del transito, Peters usò il rifrattore per osservare il primo e il secondo contatto ed eseguire 21 misure micrometriche di distanza di Venere dal lembo solare e 10 determinazioni del diametro del pianeta.

La Germania, sotto la guida di Auwers, direttore dell'Osservatorio di Berlino, organizzò sei spedizioni che avrebbero dovuto applicare tutti i principali metodi proposti per l'osservazione del transito: visuale, eliometrico, fotoeliografico nonché il rilevamento degli angoli di posizione.

L'osservatorio americano installato da Peters in Nuova Zelanda per l'osservazione del transito del 1874.

I tedeschi impiegarono, tra l'altro, quattro eliometri di Fraunhofer da 7,5 cm di apertura, quattro rifrattori equatoriali da 11,5 cm e due fotoeliografi da 13,5 cm.

La Francia, che pur usciva da una guerra sfortunata, anche in occasione di questo importantissimo transito si organizzò con il solito spirito di *grandeur*, attrezzando ben sei stazioni dotate di ottimi strumenti astronomici, con una spesa superiore ai 300.000 franchi.

Il 21 gennaio 1870, dopo che il *Bureau des Longitudes* e l'accademico Victor-Alexandre Puiseux (1820-1883) ebbero discusso i luoghi della superficie terrestre più adatti ad accogliere le stazioni francesi, fu istituita la Commissione per le osservazioni del transito. Lo studioso francese aveva indicato quelle località che meglio si prestavano all'osservazione, sia se si fosse trattato di impiegare il metodo di Halley che quello di Delisle. Era stato notato che la durata del passaggio, relativamente ai contatti interni, variava tra $3^h\ 25^m\ 42^s$ e $3^h\ 57^m\ 24^s$, con una differenza di ben 31 minuti e 42 secondi. Per questo motivo Puiseux riteneva vantaggiosa l'applicazione del metodo di Halley, in particolare se si fossero combinate le osservazioni eseguite in Giappone con quelle dell'isola di Saint-Paul.

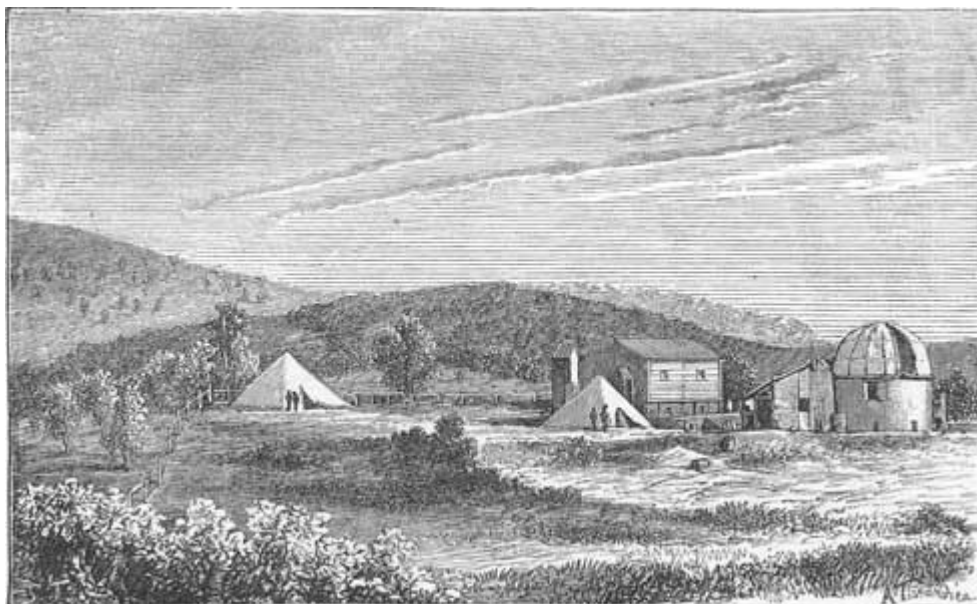
Le stazioni francesi, divise in boreali e australi, avevano base a Pechino, Yokohama in Giappone e Saigon, ed erano rispettivamente comandate da Georges-Ernest Fleuriais (1840-1895), Jules Janssen, A. Héraud. Per l'occasione, furono realizzati ben quattro rifrattori portatili da 20 cm di apertura e sei da 15 cm, e dei cannocchiali posti in orizzontale, completi di eliostato, per la fotografia del fenomeno. In particolare, i rifrattori da 20 cm, criticati da alcuni, furono oggetto di animate discussioni in seno alla Commissione francese per il transito, perchè ritenuti eccessivamente ingombranti e strutturalmente poco stabili. La loro montatura meccanica era stata infatti notevolmente alleggerita per consentirne il trasporto anche in luoghi quasi inaccessibili.

Jean Bernard Léon Foucault (1819-1868) — famoso, tra l'altro, per il pendolo che porta il suo nome — aveva suggerito che tutti i cannocchiali avessero gli obiettivi semiargentati, in modo da ridurre sia la quantità di luce solare in ingresso sia il riscaldamento interno ai tubi.

Ernest Amédée Barthélemy Mouchez (1821-1892), capo della spedizione a Saint-Paul, convinto sostenitore delle tradizionali misure micrometriche del transito, dovette verificare a sue spese la scarsa qualità della montatura meccanica, alquanto instabile e sottodimensionata, del grande rifrattore da 21 cm in dotazione alla sua spedizione. Forti raffiche di vento disturbarono le sue osservazioni, ma, nonostante il non trascurabile inconveniente, una serie di misure micrometriche furono ritenute da Mouchez confrontabili, come importanza scientifica, ai tempi dei contatti rilevati sui dagherrotipi. Con il rifrattore da 20 centimetri, assistette, poi, ad un fenomeno ottico imprevisto, anche se esso era già stato segnalato nei due precedenti transiti: «Un quarto d'ora dopo il primo contatto, quando la metà del pianeta era ancora fuori dal Sole, improvvisamente percepii tutto il disco intero di Venere, circondato da una debole aureola».

All'isola di Saint-Paul furono esposti ben 443 dagherrotipi e 142 lastre al collodio con immagini del transito.

A Noumea, in Nuova Caledonia, responsabile della spedizione fu Charles Louis François André (1842-1912), dell'Osservatorio di Parigi mentre Angot, dell'*École Normale*, aveva la responsabilità della strumentazione fotografica. Anche qui lo strumento principale era uno dei famosi rifrattori da 21 cm, fatti costruire dalla Commissione per il transito. Altri tre strumenti da 16 cm di apertura avevano l'obiettivo argentato com'era stato suggerito da Foucault. La parte fotografica del lavoro fu svolta con un telescopio orizzontale, sul modello di quello realizzato da Aimé Laussedat (1819-1907), costituito da un obiettivo da 12,5 cm d'apertura, fissato su di un pesante pilastro. L'immagine del Sole era rinviata da un grande

L'accampamento francese a Saint-Paul, comandato da Ernest Mouchez.

L'osservatorio approntato da Charles André a Noumea in Nuova Caledonia.

siderostato a specchio argentati. I 200 dagherrotipi realizzati, ciascuno di 3 cm di diametro, furono esposti con tempi compresi tra 1/100 e 1/50 di secondo e poi sviluppati in un bagno di mercurio e fissati con iposolfito di sodio. Non fu invece adottato il metodo delle esposizioni multiple di Janssen.

La Russia, sotto la direzione di Otto Wilhelm von Struve (1819-1905), organizzò ben 27 stazioni d'osservazione, principalmente dislocate in Siberia. Esse disponevano di strumenti di buona qualità, tra i quali spiccavano i rifrattori equatoriali da 15 e 10 cm di apertura. I fotoeliografi russi erano costruiti sul modello inglese da Dallmeyer, mentre gli eliometri da 10 cm si ispiravano al modello tedesco.

Il *Times* di Londra e la rivista *Nature*, diedero ampio spazio ai numerosi telegrammi che giungevano dalle stazioni astronomiche sparse per il mondo, con i quali si informava l'opinione pubblica dei risultati conseguiti dalle diverse spedizioni. Eccone alcuni esempi: «la spedizione olandese, con base a Reunion, ottenne un successo solo parziale nell'osservazione del transito a causa delle nuvole che a lungo nascosero il Sole».

Un telegramma di Airy informava che: «il transito di Venere fu ben osservato a Honolulu; nubi invece a Owhyhee. Sessanta fotografie; Janssen [della spedizione francese] ha fallito; contatto interno incerto di diversi secondi; si è visto il disco completo di Venere dodici minuti prima; eseguite 120 misure micrometriche». Un telegramma di Janssen del 9 dicembre al Segretario dell'*Académie des Sciences*, Dumas, non chiarisce il senso della parola "fallimento", usata un po' sadicamente dall'antipatico Sir Airy: «Transito osservato e contatto ottenuto. Immagini telescopiche dettagliate, no legamento [black drop]. Fotografie e lastre. Nuvoloso ad intervalli. Due membri della nostra missione hanno osservato con successo a Kobe. Transito osservato a Nagasaki e Kobe. Contatto interno, nessun legamento. Fotografie rivelano molte nubi durante il transito».

In seguito si apprese che a fallire fu il metodo di Janssen proposto per ottenere esposizioni multiple su di una lastra rotante.

Il Times pubblicò anche il telegramma dell'entusiasta Lord Lindsay e del suo collaboratore David Gill, dalle Mauritius, a Lady Lindsay: «transito osservato in modo soddisfacente. Buone fotografie, misure micrometriche e determinazione del tempo». In realtà, come riconosce l'editorialista di *Nature*, i risultati di Lindsay furono inferiori alle attese e comunque non commisurati al gravoso impegno tecnico, logistico, scientifico ed economico profuso dal Lord inglese.

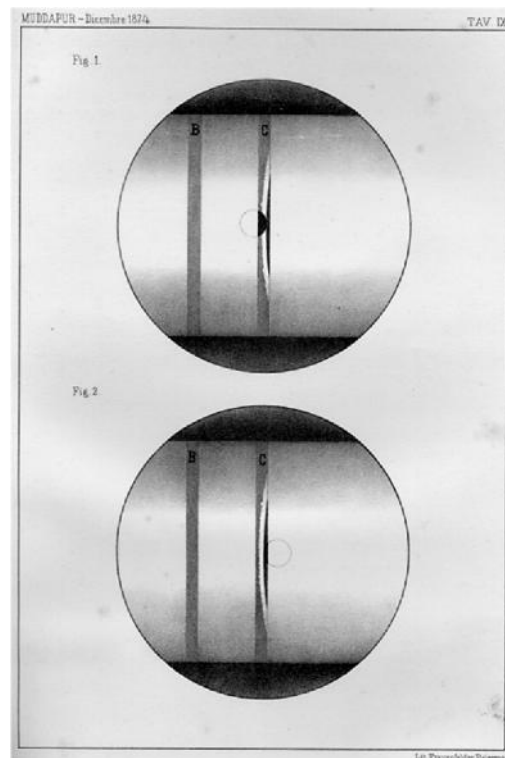
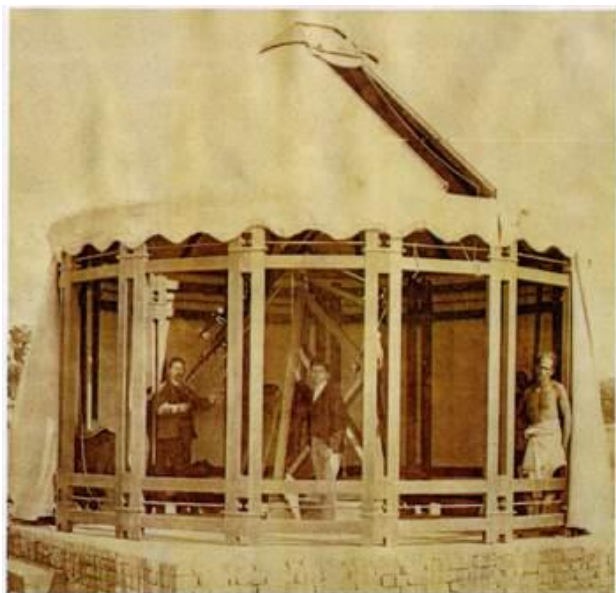
La spedizione italiana in India

Non tutti gli astronomi italiani approvavano l'idea di una spedizione per il transito. Giovanni Celoria (1842-1920), della specola di Brera, prese una dura posizione contraria, annunciando che «in Italia sarebbe meglio il nulla fare», e giustificava la sua asserzione descrivendo i grandi preparativi delle maggiori nazioni europee che l'Italia non avrebbe mai potuto emulare per uomini e mezzi impiegati nell'impresa. Concludeva che sarebbe stato «segno di puerilità e di poca serietà scientifica l'accingersi con mezzi solo mediocri ed insufficienti all'osservazione del transito».

Di parere diverso due delle figure più prestigiose dell'astronomia nazionale, Pietro Tacchini (1838-1905) e il padre Angelo Secchi. Essi erano certi che la prestigiosa comunità astronomica nazionale avrebbe potuto contribuire alla soluzione del problema della parallasse solare in un modo assai originale, impiegando cioè la tecnica spettroscopica. A tal proposito Tacchini così scriveva: «dalle ricerche spettrali fatte sul Sole, specialmente dalle specole italiane, ne è già nata la convinzione per diversi astronomi, che l'antica maniera di osservare i contatti [durante i transiti] debba cedere il posto al nuovo metodo offerto dalla spettroscopia».

Padre Secchi, che pienamente appoggiava il progetto, aveva proposto di osservare visualmente il transito con un cannocchiale di buona potenza dotato di uno spettroscopio prismatico in grado di mostrare separate le righe solari *D'*e *D"* di Fraunhofer. In aggiunta, all'interno del tubo del cannocchiale, egli suggeriva di inserire un prisma a visione diretta prima della fenditura dello spettroscopio. Sulla fenditura, tangente al bordo dell'astro nel punto di ingresso di Venere, sarebbe allora giunto lo spettro solare e, regolando opportunamente lo spettroscopio, si sarebbe potuto vedere il bordo netto del Sole e le righe spettrali della cromosfera.

In questo modo si sarebbero rilevati, con grande precisione, gli istanti dei contatti, esattamente nel momento in cui Venere iniziava ad intaccare il bordo solare.

Il governo italiano fu convinto a finanziare l'impresa: la spedizione, guidata da Tacchini, era destinata a Muddapur, sul golfo del Bengala, e fu gestita in modo efficace dall'abile e dinamico astronomo dell'Osservatorio di Palermo.

I primi due contatti del transito in ingresso, osservati da Tacchini attraverso la fenditura dello spettroscopio.

Il 16 ottobre 1874, si imbarcarono a Venezia, oltre a Tacchini, Alessandro Dorna (1825-1887), dell'Osservatorio di Torino, Antonio Abetti (1846-1928) dell'Osservatorio di Padova e il tecnico Antonio Cagnato. A Brindisi, si imbarcò invece Carlo Morso, un appassionato che aveva chiesto di far parte della spedizione.

La strumentazione astronomica era costituita da cinque cannocchiali acromatici, con aperture da 95 a 162 millimetri, alloggiati in strutture in legno ricoperte di tela. Vi era inoltre una larga disponibilità di spettroscopi, cronometri, barometri, termometri, ecc. L'installazione degli osservatori e dei telescopi fu conclusa il 30 novembre, a pochi giorni dal transito. Nel frattempo si era unito agli astronomi italiani il Padre Eugène Lafont (1837-1908) che risiedeva a Calcutta.

All'alba del giorno del transito, il cielo era coperto, con solo qualche sprazzo di sereno. Dorna, che osservava con un rifrattore da 117 mm dotato di micrometro, vide Venere solamente quando esso aveva già intaccato il disco solare. Nell'alternarsi di sparizioni e riapparizioni, rivide il pianeta quando era ormai tutto sul Sole, congiunto al suo lembo dal famoso legamento nero della *Black drop*, che però non fu osservato da nessun'altro membro della

La copertura del rifrattore di 165mm installata a Muddapur dalla spedizione italiana.

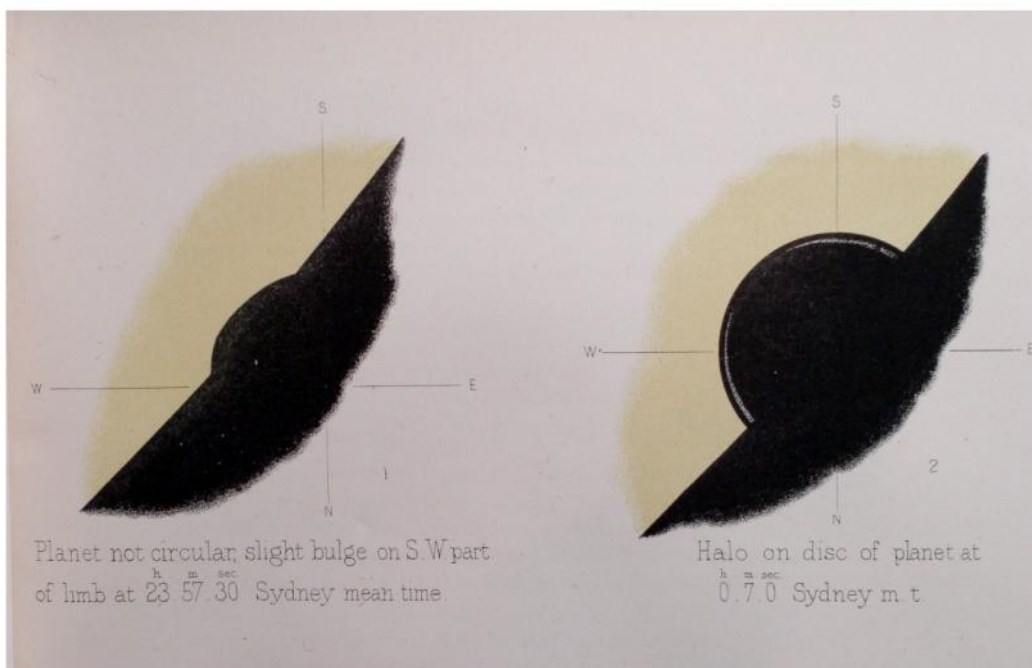
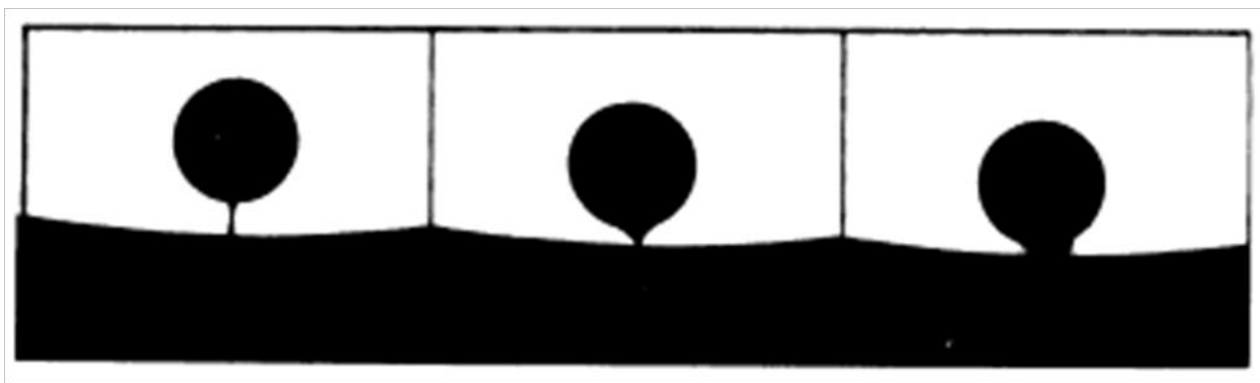
spedizione. Il fenomeno si ripetè anche all'uscita di Venere, poco prima del terzo contatto. Abetti, che doveva eseguire le osservazioni spettroscopiche, aveva allineato la fenditura dello strumento al bordo solare, ma perse il primo contatto esterno a causa delle nuvole. Andò meglio con il terzo e quarto contatto, entrambi determinati con buona precisione.

Anche Tacchini doveva eseguire le osservazioni spettroscopiche del transito attraverso un cannocchiale da 162 mm di apertura. Purtroppo, anche nel suo caso, i due primi contatti non poterono essere rilevati a causa della persistente copertura nuvolosa. Tornato il sereno, Tacchini fece una rivelatrice osservazione dell'atmosfera di Venere. Un istante prima dell'entrata del disco del pianeta nella fenditura, egli notò che lo spettro solare subiva delle modificazioni. Intorno alla riga *C* (H_α a 6563 Å) e presso la *B* (riga tellurica dell'O_2 a 6867 Å) esso si oscurava, mentre la riga *D* rimaneva inalterata. Tacchini attribuì il fenomeno all'atmosfera venusiana che suppose costituita da una grande quantità di vapor acqueo. Alle 6^h 35^m rilevò la comparsa di un filo nero lungo lo spettro, che denunciava l'avvenuto terzo contatto. Infine, con altrettanta precisione, Tacchini prese il tempo esatto del contatto esterno.

Il principale scopo della spedizione italiana era la comparazione dei dati, prodotti con il metodo ordinario d'osservazione, con quello spettroscopico che, nel caso del secondo contatto interno, diede però una differenza di ben 2^m 12^s. Tacchini ne dedusse che, nello spettroscopio, il diametro solare è minore di quello osservato in un cannocchiale ordinario e la differenza è pari a circa 8", valore abbastanza lontano dall'altezza di 10" della cromosfera, trovato da Richard Anthony Proctor (1837 -1888) nel 1869.

Il bilancio della spedizione italiana fu sicuramente positivo, anche tenendo conto delle non brillanti condizioni meteorologiche. Tacchini vide confermate le sue aspettative nei buoni risultati forniti dall'impiego del metodo spettroscopico che, in condizioni di cielo sereno ed immagini ferme, poteva forse essere preferibile ai tradizionali metodi d'osservazione.

Simulazioni, black drop e fenomeni ottici durante il transito di Venere

Abbiamo visto come Lalande ritenesse di dover attribuire la *black drop* all'irradiazione, cioè a quel fenomeno in virtù del quale un oggetto estremamente luminoso, come il Sole, appare più grande di quanto sia in realtà. Si pensava che l'irradiazione osservata fosse prodotta sia dal comportamento ottico del telescopio, sia dai meccanismi della visione umana. A quel tempo, già si sapeva che una forte sorgente luminosa produce sulla retina un'immagine *irradiata* dovuta all'aberrazione sferica e alla diffrazione del cristallino.

Abington Vessey, a Sydney, osservò la forma non circolare di Venere e la presenza di un alone intorno al pianeta.

La black drop disegnata da H.C. Russell a Sidney durante l'egresso di Venere sul Sole nel 1874.

Il fenomeno, chiamato dai fisiologi della metà dell'Ottocento, *aberrazione mentale* (*mental aberration*), concorreva alla spiegazione dell'origine della *black drop* e alcuni astronomi erano convinti che il suo studio avrebbe permesso di comprenderne i meccanismi di formazione durante i contatti.

In preparazione del transito del 1874, furono concepiti numerosi esperimenti per tentare di simulare gli effetti dell'irradiazione e della diffrazione e l'insorgere della *black drop*. Russi, tedeschi, americani ed inglesi realizzarono diversi dispositivi atti a generare transiti artificiali di Venere, allo scopo di addestrare gli astronomi che avrebbero partecipato alle spedizioni.

All'Osservatorio di Greenwich, Airy adottò un dispositivo che consisteva essenzialmente in un disco metallico con due archi di cerchio tracciati su di esso per rappresentare il bordo solare.

Dietro questi, passava una lamina di vetro con un disco metallico per rappresentare Venere. La lastra in vetro era mossa da un meccanismo ad orologeria, in modo che i diversi fenomeni potessero essere osservati in successione, esattamente come se fossero visti nel corso del vero transito. Mentre il pianeta artificiale attraversava i due archi raffiguranti il bordo del Sole, i fenomeni di entrata e uscita venivano attentamente analizzati. Airy pretese che ciascun osservatore ripetesse numerose volte la simulazione completa del transito, in modo che ciascuno di essi potesse determinare una specie di equazione personale d'errore, utile per la correzione dei tempi dei contatti reali. Dalle osservazioni con il *Model Transit of Venus* di Greenwich, Airy concluse che se, due osservatóri fossero stati adeguatamente addestrati, le loro osservazioni di una certa fase del transito sarebbero state in accordo entro una frazione di secondo. Altro fatto importante, le osservazioni dovevano essere eseguito con telescopi di grande diametro e di ottima qualità.

A partire dal maggio 1873, anche Newcomb, Harkness e Hall realizzarono un apparato sperimentale che simulava il Sole e Venere. Esso fu allestito in una costruzione nei pressi del Dipartimento della Guerra a Washington. L'osservazione con questo apparato, con telescopi da 10 a 25 cm di apertura, mostrò ripetutamente il formarsi della *black drop*.

Altrettanto significative le esperienze condotte in laboratorio da Charles André, membro della Commissione francese per il transito del 1874. Egli eseguì delle simulazioni di un transito artificiale e vide che era possibile fare apparire o sparire a volontà la goccia nera. L'esperimento fu condotto negli immensi sotterranei dell'*École Normale* a Parigi.

Model Transit of Venus *è il simulatore meccanico dei transiti progettato da Airy nel 1873 (Brian Greig Collection)*

Altrettanto significative le esperienze condotte in laboratorio da Charles André, membro della Commissione francese per il transito del 1874. Egli eseguì delle simulazioni di un transito artificiale e vide che era possibile fare apparire o sparire a volontà la goccia nera. L'esperimento fu condotto negli immensi sotterranei dell'*École Normale* a Parigi.

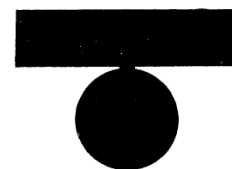
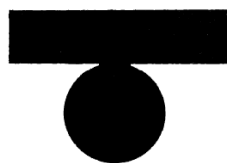
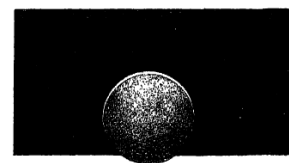
Come Airy a Greenwich, anche André fece uso di una lamina di vetro smerigliato convenientemente illuminata che rappresentava il Sole. Davanti a questa, una lastra metallica nera tagliata con una curvatura simile a quella del bordo solare, per raffigurare il fondo scuro del cielo.

Un disco metallico, con un diametro angolare apparente identico a quello di Venere visto al telescopio, simulava Venere ed era mosso da un preciso sistema ad orologeria. Il dispositivo registrava automaticamente il tempo del contatto geometrico tra il disco di Venere e il bordo fittizio del Sole; l'osservatore, al cannocchiale, poteva confrontare il suo tempo del contatto con quello del dispositivo.

La principale conclusione dell'esperimento fu la seguente: la *black drop* non è un fatto accidentale, bensì necessario. Con una sorgente sufficientemente luminosa il legamento scuro si forma sempre al momento del contatto geometrico, qualunque sia il cannocchiale impiegato. Le dimensioni angolari di questo ponte sono inversamente proporzionali al diametro dell'obiettivo. Con un cannocchiale di oltre 15 cm il legamento risulta quasi impercettibile. André notò, inoltre, che il legamento nero si può far sparire in due modi. Il primo, aumentando il potere assorbente del filtro usato nell'osservazione, il secondo, ponendo davanti all'obiettivo uno schermo particolare, formato da un gran numero di anelli, separati gli uni dagli altri da anelli opachi di uguale larghezza.

Il reverendo Stephen Joseph Perry (1833-1889), nel commentare l'esperimento di André, sottolineò il fatto che è di fondamentale importanza il colore e la densità dei filtri impiegati durante il transito. I tempi dei contatti, secondo Perry, potrebbero essere alterati da filtri che riducono eccessivamente la luminosità della cromosfera solare.

Durante il transito del 1874, una serie di fenomeni ottici, quasi sicuramente legati all'incidenza della luce solare sull'atmosfera venusiana, fu ampiamente descritta e commentata da James Craig Watson (1838-1880), responsabile della missione americana a Pechino. Egli osservò che, in prossimità del terzo contatto, quando la banda luminosa tra i bordi del Sole e di Venere era ridotta a meno di 1", essa fu interrotta da frange oscure oscillanti. Tali ombre continuavano a spostarsi con ondulazioni del tutto distinte dagli effetti del *seeing* sul bordo solare. Il gioco delle ombre cessò di prodursi all'istante del contatto e non fu visibile alcun legamento nero riconducibile alla *black drop*. Fu in quei momenti che, secondo Watson, l'atmosfera venusiana contribuì a produrre un fenomeno, che chiamò *crepuscolo*, della durata di 15 secondi, sotto forma di una zona grigia che riempì lo spazio tra i corni ed il corpo di Venere.

Le considerazioni di Watson si fanno qui molto interessanti. Egli ritiene che l'atmosfera di Venere, attraversata dai raggi solari focalizzati in un punto posto tra l'osservatore e il pianeta, produce un aumento delle

Osservazioni dei contatti durante il transito di Venere del 1874 effettuata dal tenente R. Hoggan a Rodriguez, con un rifrattore di 10 cm. I tre disegni a sinistra sono riferiti all'ingresso. A destra, i fenomeni osservati durante l'egresso.

dimensioni del disco planetario. Allo stesso tempo la debole illuminazione di Venere diventa visibile sia durante il transito, con la formazione di una corona luminosa, sia prima della sua entrata sul Sole, come fu annunciato da numerosi astronomi anche durante i due precedenti transiti.

Watson determinò l'altezza dell'atmosfera di Venere in 90 Km, che è il valore tuttora generalmente accettato. Infine, egli ritenne che le fasi osservate dei contatti potessero essere illustrate nel modo seguente. Dopo l'ingresso di Venere sul Sole, la rifrazione della luce attraverso l'atmosfera di Venere fa sì che il bordo solare divenga visibile prima del contatto reale del disco occultatore. La banda stretta dovrà essere spezzata da ombre, e diverrà man mano più brillante fino al vero e proprio contatto. È solamente quando il bordo del Sole si alza al disopra dell'orizzonte di Venere che il fenomeno delle perturbazioni ottiche, le frange osservate, cesseranno. Gli stessi fenomeni si verificheranno, in ordine inverso, al terzo contatto.

Nel 1874, la più lunga osservazione della *black drop* fu probabilmente effettuata dal tenente Robert Hoggan della spedizione britannica all'isola di Rodriguez. Le condizioni meteorologiche, per tutta la durata del transito, non furono particolarmente buone. Già nelle prime ore del mattino il cielo era nuvoloso e le osservazioni di Hoggan poterono iniziarono quando Venere si trovava già, per un quarto del suo diametro, sul disco solare. In quei momenti il lembo del Sole ed il dischetto di Venere apparivano particolarmente tremolanti, tanto da non consentire l'uso di ingrandimenti superiori a 70x. Dopo qualche minuto, lo stato del cielo migliorò leggermente, consentendo di utilizzare un ingrandimento di 120 volte. Una decina di secondi dopo il primo contatto interno, Hoggan notò la formazione di un grosso legamento assai scuro, di circa 15" di lunghezza, che univa i lembi di Venere e del Sole. Per circa 100 secondi la banda oscura rimase perfettamente visibile, per poi ridursi di dimensioni fino a sparire completamente. Il fenomeno si ripeté all'egresso, anche se con una durata temporale inferiore.

La parallasse solare dal transito di Venere del 1874

L'analisi ufficiale dei dati ricavati dalle osservazioni britanniche durante il transito del 1874 fu eseguita dall'astronomo reale, G.B. Airy, che ne pubblicò i risultati solamente nel 1878.

In primo luogo, Airy divise le osservazioni in due gruppi, di ingresso ed egresso, così com'era richiesto dal metodo di Delisle. Quindi, combinò le coppie di osservazioni di ogni gruppo (ad esempio: in ingresso, Hawaii *accelerato*, Kerguelen *ritardato*, ecc.). Dai calcoli risultarono due valori della parallasse, uno per l'ingresso, pari a 8,739", e l'altro per l'egresso, 8,847". Il valore adottato da Airy, ottenuto dalla media pesata di tutte le coppie dei dati d'osservazione, fu di 8,76", che differisce da quello odierno di 0,04" (il Sole risultava essere lo 0,46% - pari a circa 700 000 Km—più lontano del valore oggi accettato).

I calcoli e i ragionamenti teorici che portarono a questo risultato furono però contestati da Edward James Stone (1831-1897), astronomo reale a Città del Capo. Questi fece notare che entrambi i metodi, di Halley e Delisle, presentano dei problemi simili, in quanto entrambi sono condizionati da fenomeni ottici (*black drop*, ecc.) che ne compromettono l'accuratezza. Stone riteneva che il metodo di Delisle potesse essere impiegato con profitto solamente se si poteva individuare l'istante "vero" dei contatti.

Per ottenere questo contatto vero, Stone pensò di combinare i tempi rilevati da un consistente numero di astronomi con le distanze corrispondenti tra i centri di Venere e del Sole, in modo da ricavare un fattore correttivo da introdurre nei calcoli. L'esame dei dati di ingresso, raccolti alle Hawaii, all'isola di Rodrigues e a Kerguelen, fornirono così una parallasse di 8,86". Quelli di egresso, trattati da Stone allo stesso modo, diedero una parallasse ancor maggiore, 9,05".

La media dei due valori era pari 8,89", quasi 0,1" in più rispetto al valore attualmente accettato. Dal confronto delle osservazioni eseguite presso il suo osservatorio a Città del Capo con quelle delle altre stazioni inglesi, Stone trovò un valore identico al precedente. Questa parallasse appariva plausibile perché concordava con quella trovata per altre vie, in particolare, dalle ricerche sull'ineguaglianza parallattica della Luna di Hansen e dalle esperienze di Cornu sulla velocità della luce.

La parallasse determinata da David Peck Todd, tramite misurazioni micrometriche delle oltre 200 fotografie ottenute dalle spedizioni americane, nessuna delle quali si è conservata, è identica a quella di Stone.

La laboriosa analisi delle fotografie, che consisteva in una complessa riduzione delle distanze e degli angoli di posizione di Venere rispetto al centro del Sole, fu eseguita dall'astronomo del *Naval Observatory* William Harkness.

I francesi misurarono invece una quantità minore di dagherrotipi, non più di 51. Questi furono scelti con due precisi criteri. Il primo, in base alla nettezza dei contorni delle immagini del Sole e di Venere e, il secondo, prendendo solo quelle coppie di lastre che furono ottenute simultaneamente in stazioni che presentavano la più grande differenza in longitudine e in latitudine. Le misure furono poi affidate a due osservatóri indipendenti, ciascuno dei quali determinò la distanza dei centri dei due astri in funzione della somma dei loro raggi.

Le riprese fotografiche del transito con i fotoeliografi britannici furono invece considerate un sostanziale fallimento, appena mascherato da imbarazzate frasi di circostanza. Nel rapporto ufficiale inglese sui risultati del transito, edito da Airy, si dichiarava che «after laborious measures and calculations it was thought best to abstain from publishing the results of the photographic measures as comparable with those deduced from telescopic view».

Il motivo principale di questa valutazione negativa era dovuto al fatto che il bordo del Sole, all'esame microscopico delle fotografie, appariva indistinto e sfumato, anziché netto e ben definito.

Ma altre cause, in parte già note agli astronomi che osservarono il transito del 1769, avevano concorso a decretare l'inadeguatezza dei transiti di Venere per il calcolo accurato della parallasse solare. In particolare, la quasi onnipresente *black drop* e l'atmosfera di Venere, che danno luogo ad una complessa serie di fenomeni ottici, della durata di diversi secondi, che rendevano impossibile rilevare l'esatto istante dei contatti geometrici.

Le risoluzioni della Conferenza internazionale di Parigi per l'osservazione del passaggio di Venere del 1882

La Commissione Internazionale per il passaggio di Venere fu istituita a Parigi nel 1869 ma, a causa delle vicende di guerra che sconvolsero la Francia nei successivi tre anni, la conferenza operativa degli astronomi si riunì solamente nell'ottobre del 1881.

Alcune delle figure più rappresentative che parteciparono attivamente ai lavori furono Airy, André, Angot, Bouquet de la Grye, Delaunay, Dumas, Faye, Fizeau, Fleuriais, Hatt, Janssen, Jurien de la Gravière, Milne-Edwards, Mouchez, Puiseux, Rayet, Tisserand, Wolf, e Yvon Villarceau.

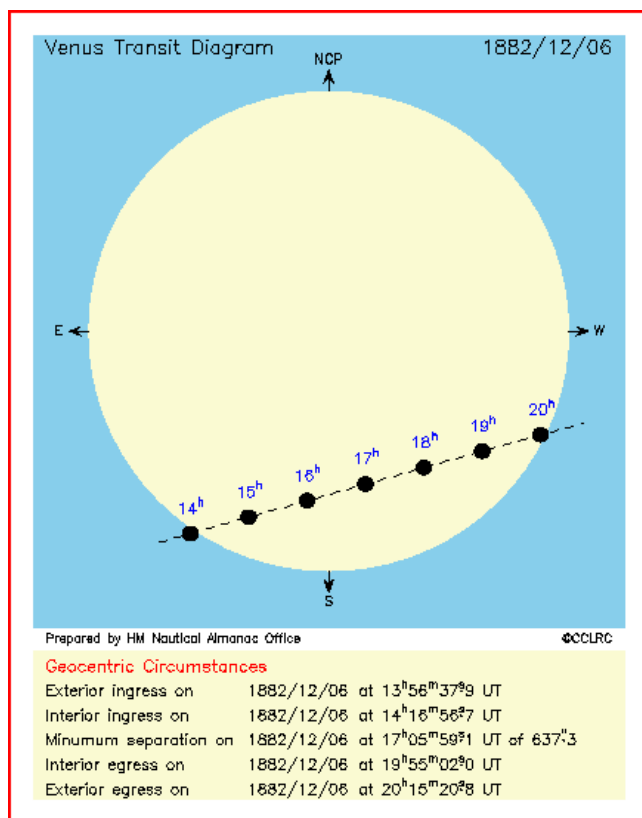
Da quell'incontro scaturì un insieme di istruzioni per l'osservazione del transito, frutto delle discussioni seguite al controverso transito del 1874. Esse adottavano alcuni dei più significativi suggerimenti contenuti in *Suggestions for a Draft of Instructions for the Observers* dell'*English Commitee*, redatte per il precedente transito.

La Conferenza aveva un duplice obiettivo: quello di escogitare un insieme di istruzioni pratiche per ridurre al minimo gli effetti negativi dei fenomeni ottici osservati nei precedenti transiti e, in secondo luogo, cercare di fare maggior chiarezza nell'ambiguo linguaggio impiegato dagli astronomi per descrivere le fasi salienti dei transiti.

Era convinzione generale che gli imprevedibili fenomeni ottici osservati concorressero ad aumentare l'errore nella determinazione dei tempi dei contatti. D'altra parte, si riteneva che, almeno in parte, gli effetti introdotti, causa degli errori rilevati, potessero essere rimossi se si fosse adottata una più certa e rigorosa metodologia d'osservazione.

Nelle numerose raccomandazioni messe a punto durante la Conferenza, spicca il fatto che la fotografia, visti gli scadenti risultati durante il precedente transito, doveva essere usata con moderazione o, ancor meglio, non essere utilizzata affatto. Si consigliava agli osservatóri l'impiego di rifrattori di 15-20 cm di diametro, anche con l'obiettivo semi-argentato, ma sempre di elevata qualità ottica, uniti ad una prisma di Herschel e oculari polariscopici a 150 ingrandimenti. Nel caso dei riflettori, i diametri degli specchi primari non sarebbero dovuti essere inferiori ai 18 cm circa e gli oculari dovevano essere negativi oppure l'acromatico positivo di Steinheil. Si sconsigliava invece l'impiego dell'oculare solare di Dawes per il suo campo troppo ristretto. Infine, sebbene i contatti esterni fossero soggetti a delle considerevoli incertezze, la Conferenza raccomandava comunque di osservarli, sia con visione diretta, sia con lo spettroscopio.

Il passaggio di Venere sul Sole del 6 dicembre 1882

Il transito del 1882 fu, ancora una volta, sfavorevole per l'Europa, dove si sarebbe visto solo l'ingresso di Venere al tramonto del Sole. La totalità si ebbe nell'Oceano Pacifico, a partire dalle coste occidentali dell'America settentrionale (California e Messico) e al largo dell'America meridionale, fino alla Nuova Zelanda e, naturalmente, al di là dei 67° di latitudine australe.

Il percorso di Venere sul Sole durante il transito del 6 dicembre 1882 (HM Nautical Almanac Office).

La prima località terrestre da dove si vide Venere entrare sul Sole si trovava a sud del Madagascar, l'ultima, invece, a nord-ovest della California. L'uscita di Venere fu vista per prima nel sud del Messico e l'ultimo a sud-ovest delle isole della Sonda.

L'entrata di Venere con la massima *accelerazione* prodotta dalla parallasse si verificò nei pressi delle isole Kerguelen. mentre il massimo *ritardo* si ebbe in Canada, la differenza tra le due località raggiunse i 15 minuti. L'uscita più *accelerata* avvenne tra le Antille e la Guyana, e quella più *ritardata* nell'Australia orientale, anche qui con una differenza di 15 minuti circa. I passaggi più corti si osservarono nei pressi di New York e i più lunghi in Antartide.

Dal punto di vista della determinazione della parallasse attraverso le osservazioni dei contatti, il transito del 1882 fu meno vantaggioso del precedente. Nel 1874, infatti, si ebbero delle differenze di durata del passaggio che raggiunsero i 26 minuti. Le differenze delle ore di entrata e di uscita raggiunsero, rispettivamente, i 21 minuti e i 18 minuti. Nel 1882, invece, si ridussero, la prima, a 16 minuti, e le altre due a 15 minuti.

Se invece si fosse voluta cercare la parallasse prendendo le differenze delle distanze angolari dei centri del Sole e di Venere, essa sarebbe stata massima tra Sidney e l'isola di Gaudalupe, con una separazione angolare di circa 47".

Questa differenza era dello stesso ordine di grandezza di quella del 1874. Basandosi invece sull'angolo di posizione di Venere, troviamo che tra il Capo di Buona Speranza e Honolulu la differenza tra gli angoli di posizione superava i 4°.

Le spedizioni per il transito del 1882

Abbiamo visto come la Conferenza internazionale di Parigi del 1881, indetta per la preparazione, a livello internazionale, del transito dell'anno successivo, avesse espresso parere sfavorevole all'impiego della fotografia dopo le non felici esperienze, in particolare delle missioni inglesi, del precedente transito del 1874.

Quasi tutti i Paesi interessati alle spedizioni si adeguarono, con l'esclusione della Francia e degli Stati Uniti, che rispolverarono i fotoeliografi impiegati nel precedente passaggio.

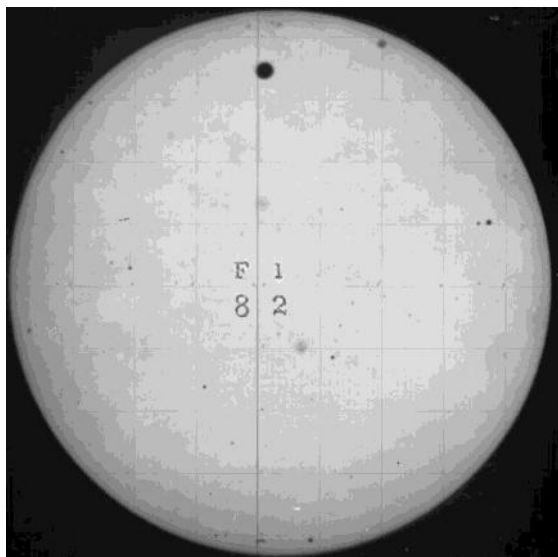
Gli undici Paesi che parteciparono alla Conferenza internazionale, erano tutti impegnati nell'approntamento di stazioni per l'osservazione del transito. L'Argentina, con due stazioni, il Brasile con 5, la Francia con 10, la Germania con 3, la Gran Bretagna con 9, la Spagna con 2. Cile, Danimarca, Olanda, Messico e Portogallo con 1. Nessuna informazione era invece pervenuta dagli Stati Uniti, dall'Austria e dall'Italia, che non avevano partecipato ai lavori della Conferenza. In particolare, l'Italia non organizzò, questa volta, per motivi essenzialmente economici, alcuna spedizione.

La Commissione per il transito della *Royal Society* predispose un consistente numero di stazioni osservative. Furono scelte Giamaica (operatori: Copeland, Capt. Mackinlay, M. Hall), Barbados (Talmage, lieut. Thomson) e Bermuda (J. Plummer, lieut. Neate, collaborarono anche tre astronomi canadesi), stazioni dalle quali l'ingresso sarebbe stato ritardato e l'egresso accelerato. Poi, l'Osservatorio del Capo (l'astronomo reale D. Gill, Maclear), Montague Road, Cape Colony (W.H. Finlay, Pett), Abeerden Road, Cape Colony (Burton, C.M. Stevens), Madagascar (p. Perry, p. Sidgreaves, Carlisle), Mauritius (Meldrum), dove l'ingresso di Venere sarebbe stato accelerato. Per l'egresso ritardato di Venere furono scelte località in Nuova Zelanda e Australia.

La Commissione francese per l'osservazione del passaggio di Venere, sotto la direzione di Dumas, organizzò ben dieci missioni ad Haiti, Messico, Martinica, Florida, Patagonia, Cile, Chubut, Rio Negro, Capo Horn e Bragado. I membri delle diverse missioni furono forniti dalla Marina, dall'Esercito e dagli Osservatori francesi. L'*Académie des Sciences* figurava in queste spedizioni con tre suoi membri: d'Abbadie, Tisserand e il col. Perrier, al fianco dei quali furono aggregati il nipote di Arago e il figlio dell'accademico Puiseux. Tutti gli osservatóri furono addestrati all'*Observatoire* con la macchina per i transiti artificiali fatta costruire dall'ammiraglio Mouchez. A lungo la Commissione aveva esitato nel promuovere l'impiego della fotografia, dopo la non felice esperienza del transito del 1874. A far cambiare idea ai suoi membri fu l'introduzione delle nuove lastre alla gelatina, che fornivano immagini migliori e potevano essere sviluppate e fissate più facilmente.

Ad Haiti, Antoine d'Abbadie (1810-1897), responsabile della missione, osservò con un grande rifrattore da 21 cm con l'obiettivo semi-argentato. Il cielo era splendido e, mentre Venere entrava sul disco del Sole, egli vide tutta la parte del pianeta, che ancora non era entrata, circondata da un *croissant* di luce color grigio perla, la cui larghezza massima misurava 2". Il fenomeno non si ripeté dopo il terzo contatto e non vi fu traccia della *black drop*.

A Pétionville, a breve distanza dal luogo scelto da d'Abbadie, Octave Callandreau (1852-1904) dell'Osservatorio di Parigi, aveva installato la propria strumentazione, costituita da un rifrattore da 16 cm a 150 ingrandimenti ed altri cannocchiali minori. Il tempo era magnifico, le immagini erano nette e la granulazione solare appariva particolarmente definita. Durante il primo contatto interno Venere era circondato da un'aureola e la sua parte centrale era molto più scura dei bordi, che tendevano ad una tinta violetta. Apparvero anche delle frange bianche e nere di interferenza simili a quelle osservate da J.C. Watson a Pechino nel 1874. Il col. François Perrier (1835-1888), con un cannocchiale da 8 cm di diametro e 80 ingrandimenti, non segnalò la presenza della *black drop*, ma quella di un aureola grigia che circondava il pianeta durante l'immersione sul disco solare. Al momento del secondo contatto, si formò, tra i bordi dei due astri, un'ombra che diminuì gradualmente d'intensità.

La missione di Haiti realizzò 194 fotografie alla gelatina e 22 al collodio umido. Il sistema fotografico, che formava un'immagine solare di 94 mm, era costituito da un eliostato mobile da 21 cm di diametro e da uno specchio sferico di 16 cm e 10 metri di focale. I raggi luminosi riflessi dallo specchio concavo penetravano nella cabina fotografica e andavano a formare l'immagine solare sulla lastra fotografica. Un reticolo di riferimento, formato da dieci fili di ragno, era posto a 2 mm dalla lastra sensibile e veniva ripreso contemporaneamente all'immagine solare. La missione a Puebla in Messico, guidata da Jean Jacques Anatole Bouquet de la Grye (1827-1909), ingegnere idrografico della marina, ottenne buoni risultati fotografici.

Questa è una delle undici lastre sopravvissute, tra le migliaia scattate durante il transito di Venere del 1882 dalle spedizioni americane.

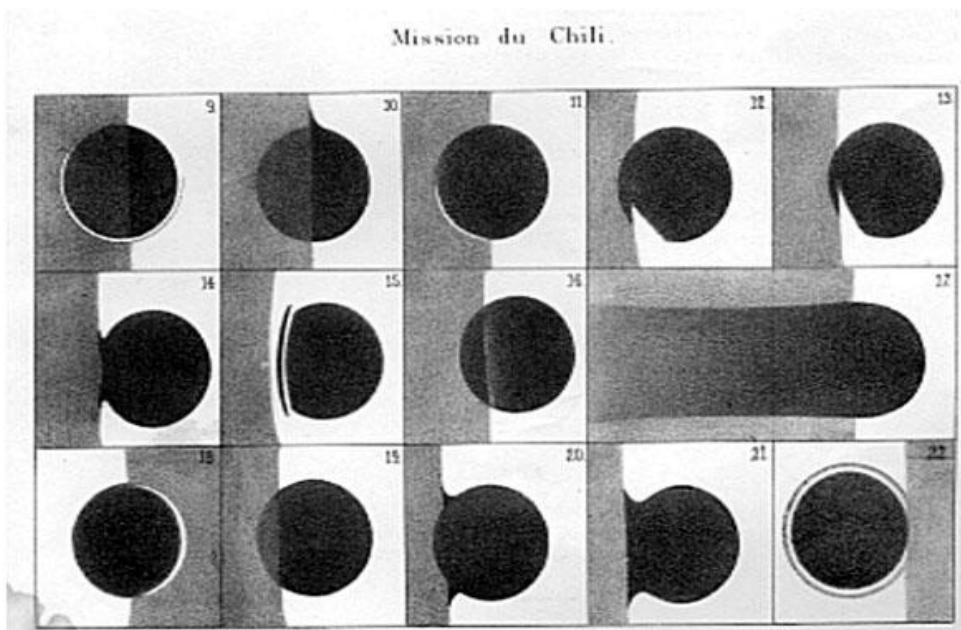
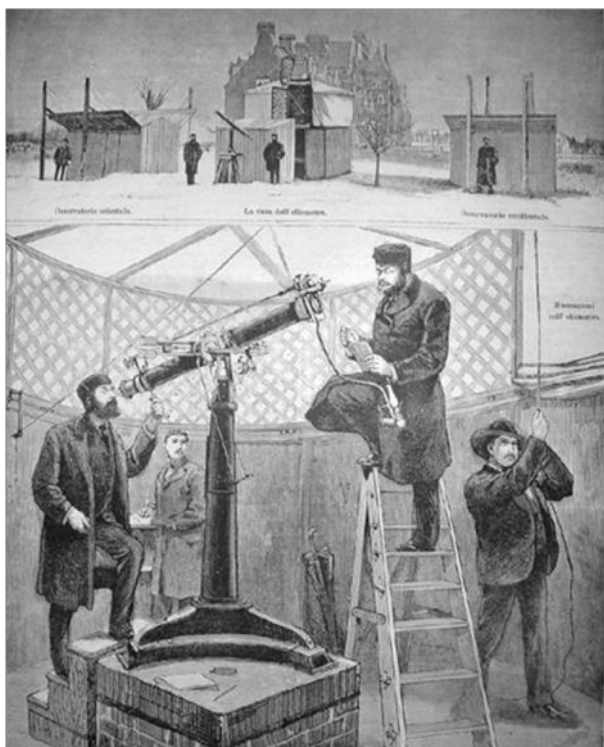
Tra il primo ed il secondo contatto, il tenente di vascello F. Arago realizzò una trentina di fotografie. Poco oltre la metà del transito, il cielo si coprì parzialmente e solo pochi minuti prima del terzo contatto fu possibile riprendere le esposizioni che furono, in tutto, 340.
Importanti le due spedizioni organizzate dal Belgio, una nel Nord e l'altra nel Sud-America. Delle due, quella di Santiago in Cile, guidata da Louis Niesten (1844-1920) dell'Osservatorio Reale di Bruxelles e che comprendeva anche l'astronomo Charles Lagrange e il capitano Joseph Niesten, ottenne i migliori risultati. Essi disponevano di uno strumento, che fu realizzato in due esemplari, l'*eliometro ad obiettivi diseguali*, progettato da L. Niesten e costruito dalla famosa ditta irlandese Grubb, che abbiamo brevemente descritto in precedenza e che qui riprendiamo con maggior dettaglio. Il semi-obiettivo di lunga focale fu ricavato da una lente acromatica da 22 centimetri di diametro e 4,34 metri di focale. Anche il semi-obiettivo di corta focale era stato ricavato da una lente acromatica successivamente tagliata in due parti uguali lungo un diametro.
Con questo strumento si ottenevano due immagini dell'oggetto di dimensioni diverse. Allorché lo si dirigeva verso il Sole, le due immagini dell'astro si presentavano sovrapposte e concentriche e, durante il transito, da un lato appariva il dischetto oscuro del pianeta. Il diametro dell'immagine solare più piccola, formata dall'obiettivo di più corta focale, fu calcolato in modo da essere leggermente minore dell'immagine di Venere. Spostando con l'apposita vite micrometrica la piccola e brillante immagine solare dal centro, fino a farla coincidere con quella scura di Venere, si poteva determinare, dal numero di giri compiuti dalla vite, la distanza tra il centro del Sole e quello del pianeta, misura che poteva essere ripetuta numerose volte durante il transito. Per poter ricavare da queste misure la parallasse solare, era però necessario che le osservazioni fossero ottenute in due luoghi tra loro distanti sulla superficie terrestre. Per tale motivo, il Belgio collocò le sue stazioni astronomiche, dotate di questo *eliometro*, a Santiago del Cile e a Sant'Antonio nel Texas. La prima spedizione era partita da Anversa il 13 luglio, e giunse a Santiago il 2 settembre, dove i suoi componenti presero alloggio nei pressi dell'Osservatorio della capitale cilena.
Il 6 dicembre si presentò con un cielo splendido, e tutti gli astronomi presero posto agli strumenti. Subito dopo il secondo contatto, il capitano Niesten iniziò le misure eliometriche, ottenute per proiezione dell'immagine solare di 15 cm di diametro su di uno schermo solidale allo strumento. Dopo cinque ore d'osservazione egli stimò ben 606 distanze tra i centri del Sole e di Venere.

Le strutture per la copertura dei telescopi, realizzate dalla missione tedesca ad Aiken, nella Carolina del Sud.

Una variante dell'eliometro, costituita da due semilenti di diversa focale, fu messa a punto in Belgio da L. Niesten e realizzato da Grubb in Irlanda e fu utilizzato nel transito del 1882. Il principale pregio dello strumento era la sua notevole rapidità di acquisizione delle misure, fino ad una ogni 30 secondi.

Con un rifrattore da 11 centimetri, L. Niesten vide, durante l'uscita di Venere, l'atmosfera illuminata del pianeta e, un minuto dopo, apparve «un legamento grigiastro che unisce Venere al bordo del Sole». Da parte sua, Charles Lagrange, con un rifrattore da 9 centimetri a 160 ingrandimenti, mentre seguiva Venere già in buona parte sul Sole, vide allungarsi il disco venusiano per diversi diametri, in una lunga striscia oscura. Analoga osservazione era stata eseguita nel 1874 da W.J.L. Wharton all'isola di Rodrigues. L'altra missione belga, guidata dal direttore dell'Osservatorio di Bruxelles, Jean-Charles Houzeau (1820-1888), aveva come destinazione Austin nel Texas, nei pressi di un'altra stazione diretta da Asaph Hall (1829-1907) del *Naval Observatory* e scopritore dei satelliti di Marte, Phobos e Deimos. La strumentazione astronomica proveniente dall'Europa, oltre all'eliometro gemello di quello usato a Santiago, era costituita da uno strumento meridiano e diversi altri minori. Durante i mesi di settembre, ottobre e novembre i membri della spedizione determinarono la posizione geografica della stazione ed effettuarono osservazioni astronomiche, tra le quali la brillante cometa visibile in quei giorni, che da poco aveva passato il perielio. Il 5 dicembre il cielo era splendido, ma, alle 7 del mattino del giorno del transito, uno spesso strato nuvoloso ricopriva il cielo. Solo dopo due ore, una brezza leggera cominciò a dissolvere le nuvole e Venere apparve sul disco del Sole. Da quel momento furono prese 124 misure eliometriche e rilevati i tempi dell'egresso. Queste ultime misure furono eseguite da Houzeau con un rifrattore da 11 centimetri e 125 ingrandimenti, e da Stuyvaert al Fraunhofer da 7,5 centimetri e 90 ingrandimenti. Subito dopo l'ultimo contatto, Stuyvaert vide il "corno" settentrionale terminare in due denti a forma di sega.

Le osservazioni in Europa e negli Stati Uniti

Nei primi giorni di dicembre, il maltempo colpì gran parte dell'Europa. A Bordeaux, George Rayet (1839-1906) non potè far altro che lamentarsi delle pessime condizioni meteorologiche e della pioggia che non consentì alcuna osservazione, così come a a Saint-Genis-Laval, dove Venere fu visto sul Sole solo per pochi secondi.

A Santiago del Cile, Charles Lagrange, della spedizione belga, con un rifrattore di 9 cm, mentre seguiva Venere già in buona parte sul Sole, vide allungarsi il disco venusiano per diversi diametri, in una lunga striscia oscura. Analoga osservazione era stata eseguita nel 1874 da W.J.L. Wharton all'isola di Rodrigue.

Strumentazione per l'osservazione del transito di Venere al Trinity College di Hartford (USA)

Sempre a causa del maltempo, le osservazioni del transito del 1882 in Italia furono abbastanza povere di risultati. A Milano, il cielo era nuvoloso e Giovanni Virginio Schiaparelli (1835-1910), Giovanni Celoria (1842-1920) e Michele Rajna (1854-1920) attraverso piccoli cannocchiali, videro il pianeta quando già in parte si trovava sul Sole. Schiaparelli usava un vecchio gregoriano di Short, risalente alla seconda meta del XVIII secolo, che aveva le ottiche metalliche ossidate: «la luce dell'immagine è soltanto una piccola frazione della luce originaria, circostanza questa che lo rende molto utile per tutte le osservazioni da farsi sul Sole [...] tale circostanza, ha reso possibile di usare il telescopio di Short nel suo stato naturale, cioè senza interposizione di vetro nero o di oculare elioscopico». Durante il transito, Schiaparelli notò che le ondulazioni del lembo solare non erano minori di 5" e questo fatto lo indusse a non superare i 50 ingrandimenti. Quando Venere era, in parte, già fuori dal Sole, vide un arco luminoso dal lato del disco del pianeta non ancora immersa nella luminosità solare. Dopo qualche decina di secondi, l'intervallo fra i corni fu occupato da un filetto sottile debolmente luminoso, la cui parte centrale appariva più scura ed il disco di Venere si mostrava rigonfio e *piuttosto tumefatto*. Schiaparelli conclude la sua osservazione, con un commento esplicito al fatto che egli non aveva osservato la *black drop*, bensì *un striscia di debole splendore* forse prodotta dall'atmosfera del pianeta: «io credo che la presenza dell'atmosfera di Venere, combinata con l'irradiazione inevitabile [...] basta a spiegare tutti questi fatti, e mi pare che il vero e proprio contatto interno non possa essere altro che l'istante della riunione dei corni luminosi».

Celoria, che osservava anch'egli con un vecchio riflettore gregoriano di Dollond da 12 centimetri di apertura e 50 ingrandimenti, notò, invece, un'aureola luminosa intorno a Venere quando solo un terzo del pianeta era già immerso.

Alessandro Dorna (1825-1887) all'Osservatorio di Pino Torinese, osservò con il rifrattore di Fraunhofer da 117 mm di apertura e quasi due metri di focale, in precedenza usato nella spedizione indiana per il transito del 1874; il suo assistente Angelo Charrier (1846-1888) disponeva di un rifrattore Dollond da 100 mm a 90 ingrandimenti. Anche in questa città il cielo non fu molto sereno e le immagini al cannocchiale apparvero molto agitate. Alle $3^h 10^m$ Dorna vide la *black drop*.

L'osservazione di Pietro Tacchini al Collegio Romano fu eseguita, invece, con il grande rifrattore Merz da 25 cm e uno spettroscopio a reticolo. Allo spettroscopio la cromosfera solare risaltava bene e, alle $2^h 44^m$, Tacchini dichiarava: «vidi il bordo del pianeta sulle punte delle vive fiammelle cromosferiche». Il suo collaboratore, Elia Millosevich (1848-1919), poco dopo il primo contatto, si accorse che la parte di Venere ancora all'esterno del Sole era circondata da un'aureola luminosa. Il fenomeno fu attribuito all'atmosfera del pianeta, che appariva sempre più luminosa nelle parti di essa

Francobollo commemorativo nel centenario della morte di Giovanni Virginio Schiaparelli

più vicine al bordo solare. Millosevich, che osservava con un rifrattore da 15 cm d'apertura e 130 ingrandimenti, vide la *black drop* per circa 40 secondi. Tacchini si lamentò, e a ragione, del fatto che non vi fossero astronomi di altri paesi interessati all'osservazione spettroscopica dei contatti, metodo che avrebbe probabilmente contribuito ad una buona determinazione della parallasse solare. Egli scriveva: «questo metodo non entrava nel piano di osservazioni delle estere missioni, per la ragione principalissima, che non lo si conosce praticamente, essendo pochissimi ancora quelli che si occupano di osservazioni spettroscopiche solari». Un'osservazione simile a quella di Tacchini fu eseguita a Palermo, dove Annibale Riccò utilizzava uno spettroscopio applicato al rifrattore Merz, «vidi, quantunque con difficoltà, una debolissima banda breve e fugace formarsi in quel momento accanto alla [riga] B dal lato più refrangibile, anche presso la C mi parve vedere un oscuramento [...] questo fenomeno per quanto poco manifesto e fugace non può provenire che da un'atmosfera attorno al pianeta Venere».

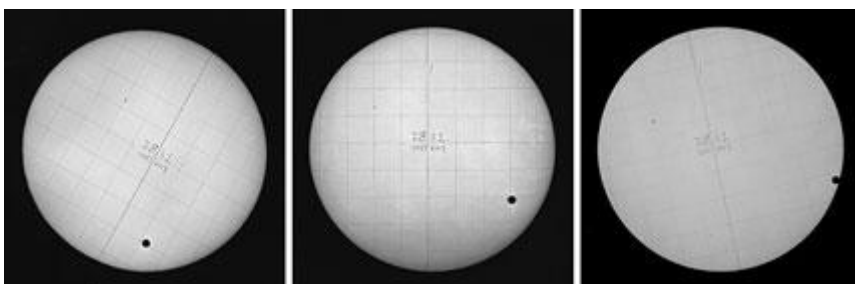
Ricerche analoghe a quelle italiane furono condotte da astronomi francesi in Algeria. Charles Trépied (1845-1907), all'Osservatorio di Algeri, eseguì osservazioni di Venere durante il transito con uno spettroscopio Thollon a dieci prismi, che non diedero però risultati comparabili a quelli di Tacchini e Riccò. L'esame dello spettro nei gruppi *A*, *B*, *α* e nelle regioni comprese tra *α*, *D*, *E* non mostrò nulla che potesse essere attribuito a un assorbimento selettivo prodotto dall'atmosfera di Venere.

Anche J. Janssen, che si trovava a sud di Orano, sotto un cielo straordinariamente trasparente, con un rifrattore equatoriale da 21 cm, al quale era applicato uno spettroscopio a media risoluzione, eseguì osservazioni di Venere. Le sue conclusioni, sostanzialmente corrette, ridimensionavano però il contributo del vapor d'acqua nell'atmosfera venusiana. Egli così commentò i risultati: «sono condotto ad ammettere che, quando si elimina

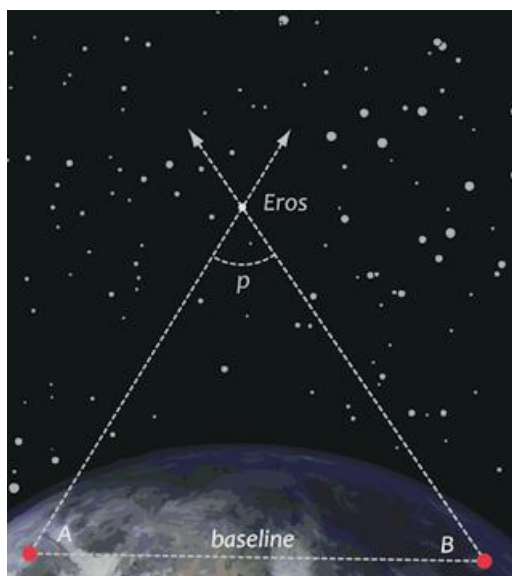
Il rifrattore Merz dell'Osservatorio di Palermo, recentemente restaurato, utilizzato da Annibale Riccò per l'osservazione del transito di Venere del 1882.

l'influenza dell'atmosfera terrestre, i caratteri ottici del vapor acqueo nello spettro di Venere sono assai deboli».

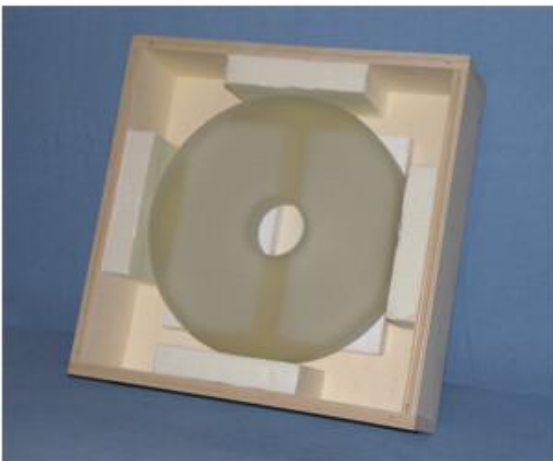
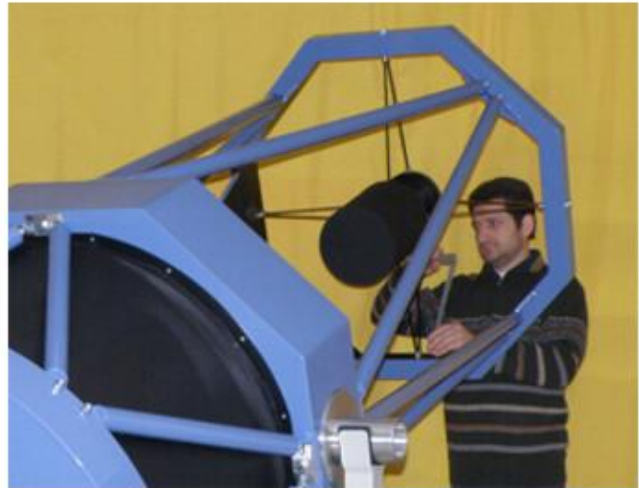
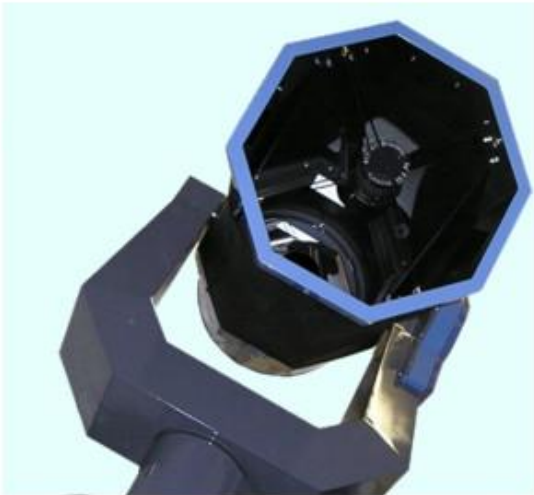
Molti Osservatori americani seguirono il transito. Qui ricordiamo solamente che all'Osservatorio Lick in California, D. Todd si concentrò nelle riprese fotografiche del fenomeno per mezzo di un fotoeliografo orizzontale da 14 cm e 13 metri di focale, con il quale si ottennero 147 fotografie.

Il primo a pubblicare i risultati dei calcoli della parallasse solare, ricavati dalle osservazioni di questo transito, fu il belga Houzeau, che trovò π = 8,911" ± 0,084", cioè la distanza media Terra-Sole pari a 23.147 raggi terrestri, con un errore probabile di ±218 raggi terrestri, pari ad un errore di circa 1 milione di chilometri su 147 milioni. Era ormai evidente che l'osservazione dei transiti di Venere non poteva fornire dati certi sulla parallasse solare, a causa di troppi fattori che rendevano inaffidabili le misure. Si cercarono metodi alternativi, come quello proposto dall'astronomo tedesco Galle, scopritore di Nettuno, che consigliava l'osservazione di asteroidi rispetto alle stelle fisse.

Tre immagini del transito di Venere riprese il 6 dicembre 1882 al Lick Observatory da David Peck Todd.

Se questi piccoli corpi si osservano da due luoghi della Terra lontani tra loro, sembrano proiettarsi sulla sfera celeste in due punti differenti; lo scostamento angolare fa conoscere la distanza della Terra dagli asteroidi impiegati. Da osservazioni di *Flora* del 1873, lo stesso Galle trovò la parallasse solare uguale a 8,87". Gill, che aveva partecipato alla spedizione di Lord Lindsay per il transito del 1874, nel 1888-89, scelse i tre asteroidi *Iris*, *Victoria* e *Sappho* e, dopo una lunga riduzione delle osservazioni, trovò una parallasse di 8,804".La scoperta dell'asteroide *Eros* — avvenuta la sera del 13 agosto 1898 e dovuta a Karl Gustav Witt a Berlino — fu decisiva per confermare il valore della parallasse solare di Gill. L'orbita molto eccentrica del nuovo asteroide lo avvicina, infatti, a meno di 20 milioni di chilometri dalla Terra. Questa circostanza lo rese particolarmente prezioso per la determinazione della sua distanza dalla Terra, e quindi anche della parallasse solare. Dalle misure visuali e fotografiche eseguite durante la prima opposizione dell'asteroide, la parallasse risultò di 8,806", valore molto vicino a quello ancora oggi accettato.

Per concludere l'affascinante storia dei transiti di Venere, osservati nel corso del Diciannovesimo secolo, ricordiamo le parole, rivolte ai posteri, pronunciate dal presidente dell'*Académie des Sciences*, É. Blanchard, nel 1883: «io ho fiducia che nel XXI secolo, nell'anno 2004, allorché si rinnoverà il fenomeno del passaggio di Venere davanti al Sole, gli astronomi dell'epoca renderanno omaggio agli osservatóri del 1874 e del 1882, che avranno lasciato numerosi documenti ed elementi di confronto di una rigorosa precisione».

In basso, la geometria d'osservazione per la determinazione della parallasse di Eros, dalla quale si ricava la parallasse solare. In alto, le posizioni relative di Eros viste dagli osservatori in A e B.

LA TERZA ED ULTIMA PARTE DELL'ARTICOLO USCIRA' SUL NUMERO 15 DI ASTRONOMIA NOVA

Rodolfo Calanca è direttore editoriale di ASTRONOMIA NOVA, una nota biografica: https://docs.google.com/open?id=0BxRVI4UFuL2kT1VXSXZsekVMU2M

www.reginato.it

Via Fantin 121/B 31035 CROCETTA DEL MONTELLO (TV) Italy
tel. ++39 0423 660010 Cell. 3457614983 Fax ++39 0423 660680
email: info@reginato.it

Ecco i Video dell'installazione del telescopio REGINATO di 60 cm all'Osservatorio di Cervarezza (RE):
http://www.youtube.com/watch?v=n-o6CF6RBqA
http://www.youtube.com/watch?v=5HJd2VJdjao

ECLISSI DI SOLE IN AUSTRALIA

31 ottobre—18 novembre 2012

UN MERAVIGLIOSO VIAGGIO TURISTICO/ASTRONOMICO!

Vieni anche tu!

Per informazioni: https://docs.google.com/file/d/0BxRVI4UFuL2kRjAwbWk4WU5TeW1uNS1fZmM3S25kUQ/edit

Tel.: 051 6415106

www.toassociati.com

Organizzato con la collaborazione di Associazione Astrofili Alta Valdera:

Alberto Villa, 340-5915239

PROCEDURE AUTOMATICHE E OPZIONI AVANZATE PER L'ACQUISIZIONE E LA RIDUZIONE DI DATI ASTRONOMICI
(PRIMA PARTE)

Mario Dho

Abstract
The last decade of the past century testified a continuous proliferation of software applications dedicated to amateur Astronomy. The diffusion of computers and internet connections allowed users to reach data of catalogues and databases other than up-to-date lists of objects signed up as "worthy to be observed" by the International Astronomical Community. These elements together with the advent of the CCD technology, have entirely transformed the amateur Astronomy: presently it is possible to give a scientific value to the observations, to perform discoveries, to develop detailed studies, to cooperate with professional astronomers just by remaining comfortably seated in front of the monitor of a personal computer and passively following the cycle of all operations that involve the whole observatory. There are uncountable hardware and software instruments that allow the remote and robotic control of a telescope and all of its connected accessories.

L'ultimo decennio del secolo scorso ha visto un continuo proliferare di software dedicati all'Astronomia amatoriale. La diffusione del computer e delle connessioni Internet ha consentito agli operatori di attingere dati da cataloghi e database nonché da liste aggiornate di oggetti segnalati come "meritevoli di essere osservati" dalla Comunità Astronomica Internazionale. Questi elementi, uniti all'avvento della tecnologia CCD, hanno completamente trasformato l'Astronomia amatoriale: ora è possibile dare valenza scientifica alle osservazioni, eseguire scoperte, effettuare studi dettagliati, collaborare con gli astronomi professionisti stando comodamente seduti davanti al monitor di un personal computer e limitandosi a seguire passivamente il susseguirsi di tutte le operazioni che coinvolgono l'intero osservatorio. Sono innumerevoli gli hardware e i software che permettono di controllare remotamente e roboticamente un telescopio e tutti gli accessori a esso connessi.

Analisi di metodi per ottimizzare l'efficienza operativa e per ottenere l'abbattimento dei tempi morti tecnici in un sistema robotizzato

I campi d'indagine degli osservatori astronomici amatoriali impegnati in serie attività di ricerca e studio, hanno subito evidenti rivisitazioni, adattamenti e trasformazioni nel corso dell'ultimo decennio.

Le ragioni di questo, spesso radicale, cambiamento sono molteplici e vanno ricercate nella necessità di collaborare con astronomi professionisti, competere con progetti e survey mirate, di possedere, quindi, strumenti il quanto più possibile efficienti non solo sotto l'aspetto tecnologico ma anche prestazionale.

In altre parole, per operare seguendo metodologie professionali, non è sufficiente possedere un telescopio avente una grande apertura, un rilevatore CCD di cospicue dimensioni e caratterizzato da elevata efficienza quantica, un sito osservativo privilegiato, una montatura stabile e precisa o un moto orario con controllo degli errori periodici. Di certo questi elementi hanno una loro valenza ma, in sé e di per sé, non bastano a conferire a un osservatorio astronomico connotati prestazionali d'elite (fig. 1).

Nel campo dell'astronomia amatoriale possiamo, fondamentalmente, identificare due grandi categorie di osservatori astronomici: quelli mobili e quelli fissi. I primi sono, essenzialmente, costituiti dai soli strumenti ottici con gli accessori di complemento. Di volta in volta, l'osservatore, o il ricercatore, sistema e staziona quest'attrezzatura in spazi appositamente adibiti, in piazzole o aree di fortuna in modo tale da poter usufruire delle migliori condizioni operative.

Un osservatorio mobile è, per sua stessa natura, molto flessibile e permette di osservare da cieli scuri non dete-

Fig. 1: La realizzazione pratica di un osservatorio astronomico remoto e/o robotico richiede l'adozione di soluzioni tecniche specifiche che prevedono l'impiego di componenti elettrici ed elettronici quali sensori di temperatura, fine corsa, relè, teleruttori, ecc.

riorati da fonti d'inquinamento luminoso.
Una pressoché totale indipendenza dalle barriere naturali e/o antropiche che, in alcuni casi, possono limitare i campi visivi negli osservatori fissi, costituisce un altro punto di forza di questa modalità osservativa.
Le dimensioni dello strumento ottico principale, in un osservatorio mobile, possono variare in funzione di molteplici fattori quali: la distanza del sito osservativo dall'abitazione, la facile accessibilità al luogo, la configurazione ottica, la natura delle osservazioni, degli studi o delle ricerche che s'intendono intraprendere e altro ancora.
Per incrementare il rendimento operativo e per sfruttare integralmente le potenzialità delle strumentazioni astronomiche è indispensabile, però, che queste siano dislocate, in modo stabile, all'interno di apposite strutture protettive: un osservatorio astronomico fisso, possibilmente robotico e remoto.
I vantaggi che scaturiscono da una gestione remota e robotica di un osservatorio astronomico non sono limitati all'ambiente domestico e/o privato, ma influenzano e abbracciano positivamente, anche, i settori della divulgazione e della didattica.
La diffusione delle nuove metodologie per la gestione e il controllo potrebbe contribuire all'incremento del numero degli appassionati di astronomia, a un dialogo sempre più stretto fra scuole e università, allo svolgimento di manifestazioni pubbliche, congressi e convegni a tema, nonché alla preparazione specifica e più completa di docenti e insegnanti.
La visione virtuale del cielo che si ha in un planetario sarebbe affiancata a immagini provenienti direttamente da un osservatorio astronomico remoto e robotico (fig. 2).
Intere scolaresche, gruppi di lavoro universitari e alunni delle scuole inferiori, condividerebbero un medesimo strumento osservativo. Lo studio teorico dell'astronomia potrebbe essere integrato con esperienze e dimostrazioni pratiche; la creatività, l'ingegno e l'intraprendenza individuali troverebbero riscontro e terreno fertile sul quale coltivare e crescere.
Gli insegnanti stessi avrebbero occasione di verificare, e costatare "sul campo", quello che insegnano teoricamente agli alunni.
La multimedialità, Internet e l'interattività sono elementi che, sempre più prepotentemente, sono entrati a far parte della scienza dell'astronomia e che contribuiranno, non poco, a una sua maggiore diffusione e conoscenza di base fra la gente comune.
Coinvolgere giovani scolari e studenti servendosi in modo appropriato delle tecnologie informatiche, supporterà la formazione delle future generazioni di tecnici, astronomi e cosmologi.
Prende sempre più forza la consapevolezza che l'accostamento fra le diverse tecnologie e l'utilizzo coerente e cognitivo delle esperienze, amplierà i confini delle nostre conoscenze; talune collaborazioni fra professionisti e dilettanti possono estendere e completare determinati studi e ricerche mirate.
Due fondamentali strutture sono necessarie per l'attuazione pratica di quanto sopra esposto: osservatori remoti e/o osservatori robotici.
Appartengono alla prima categoria quei complessi osservatori le cui funzioni sono gestite in loco o a distanza tramite computer. Possiamo individuare due tipologie di osservatori remoti:

Fig. 2: Particolare di un osservatorio remoto, e robotico "intelligente", progettato e realizzato interamente dall'autore presso Chiusa di Pesio in provincia di Cuneo. L'osservatorio è stato ufficialmente riconosciuto e abilitato alla collaborazione, una decina di anni or sono, dal Minor Planet Center - Cambridge, MA (USA).

1) Collegamento singolo.
2) Collegamento multiplo.

Nel primo caso ci troviamo a considerare un insieme di hardware (telescopio, focheggiatore, dispositivo porta-filtri, camera CCD/DSLR, webcam, sensori meteorologici, rilevatore di nubi, sistema di copertura, centralina elettronica, modulo d'interfaccia, ecc.) connessi direttamente, via cavo, via cavo/ wireless, a un computer.

Nella stragrande maggioranza dei casi, un osservatorio remoto è strutturato e organizzato secondo schemi connettivi multipli. Questo significa che il PC singolo, ubicato in loco, svolge funzione di server ed è connesso a una o più macchine informatiche (client) tramite rete locale LAN/WLAN (Local Area Network/Wireless Local Area Network) e/o Internet.

L'interfacciamento fra i componenti fisici e il server avviene per mezzo di software, applicazioni, moduli e driver.

In molti casi, vedi cupole realizzate artigianalmente, è indispensabile prevedere l'adozione di specifici box di collegamento con i gruppi motore per l'avanzamento, lo scorrimento e la rotazione sincronizzata.

Stesso dicasi per il comando dei deviatori e degli interruttori che aprono e chiudono circuiti di luci interne ed esterne, sistemi di sorveglianza passiva o attiva, gruppi di continuità, trasformatori, alimentatori, inverter, ecc.

La realizzazione pratica di codesti moduli, peraltro difficili da reperire sul mercato del settore, richiede esperienze e conoscenze nei campi dell'elettronica e dell'informatica.

Un valido esempio di simile box è rappresentato dall'O.C.S.III (Observatory Control System) distribuito dall'OmegaLab (http://atcr.altervista.org/ita/). L'hardware, che esteriormente si presenta come una scatoletta di plastica bianca accessoriata con una serie di adattatori/prese e otto led indicatori connessi ad altrettanti relè interni, costituisce un modulo opzionale di un programma d'automazione professionale che analizzeremo in prossimi lavori dettagliati e particolareggiati.

"Ricerca", questo è il nome del programma in questione, se installato sui PC gestionali e supportato da altre applicazioni e soluzioni tecniche mirate, conferisce il titolo di robotico a un osservatorio remoto.

L'aggettivo "robotico" applicato a un telescopio, e più

Fig. 3: Aspetto esteriore di un box/hardware O.C.S.III installato presso una struttura osservativa automatizzata a Catania.

estesamente a un insieme completo che comprende strumenti e accessori indispensabili per l'acquisizione e la riduzione di dati astronomici, si riferisce a un blocco di elementi tecnologici atti ad avviare, eseguire e terminare automaticamente una sessione osservativa o anche solo parte di essa.

Quando, per alimentare la circuiteria, lanciare una sessione di riprese, interrompere una posa a causa di annuvolamento, chiudere la cupola per riparare le apparecchiature dalle intemperie o altro ancora, è richiesta la presenza umana, si parla di osservatorio robotico "non intelligente", privo cioè degli accessori che lo renderebbero reattivo al variare di fattori esterni quali, ad esempio, le condizioni meteorologiche.

Un'apparecchiatura robotica "intelligente" è stata, invece, concepita, progettata, realizzata e programmata per prendere autonomamente delle "decisioni". Questa performance è resa possibile da software strutturati in modo tale da eseguire stringhe di comandi, script e liste pianificate.

La priorità, in un sistema robotico "intelligente", è sempre data agli input/comandi impartiti dai dispositivi di sicurezza, in primis quelli adibiti alla sorveglianza delle condizioni del cielo (provenienti da stazioni specifiche e/o da un programma che controlla le immagini acquisite). Un esempio pratico di "decisione intelligente" è rappresentato dalla compensazione automatica della posizione del fuoco in funzione della temperatura. Al variare di quest'ultima, infatti, mutano le caratteristiche di propagazione dell'onda elettromagnetica nell'atmosfera e, conseguentemente, è necessario apportare correzioni micrometriche alla posizione del sensore CCD/DSLR rispetto al gruppo ottico del telescopio. Se questo non avviene, le immagini acquisite non saranno "a fuoco" vanificando ore di riprese e non consentendo misurazioni astrometriche o fotometriche accurate.

Fig. 4: Un focheggiatore Optec TCF-S3 (www.optecinc.com/astronomy/catalog/tcf/tcf-s3.htm) in grado di ottenere e mantenere, in funzione della temperatura, la posizione di miglior fuoco.

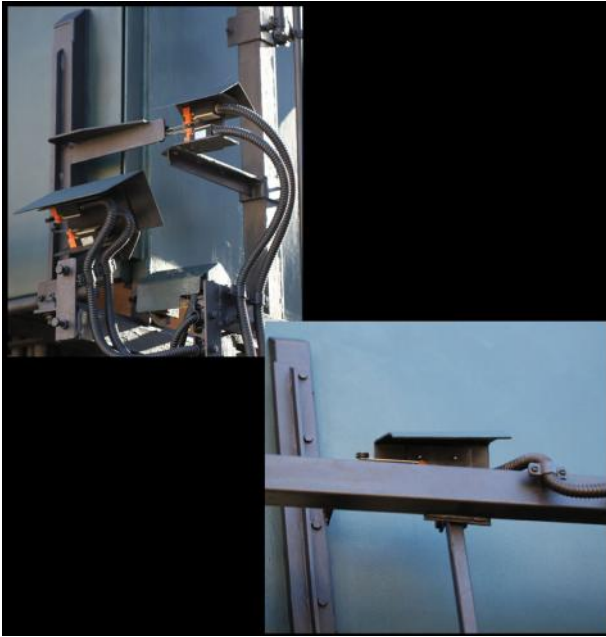
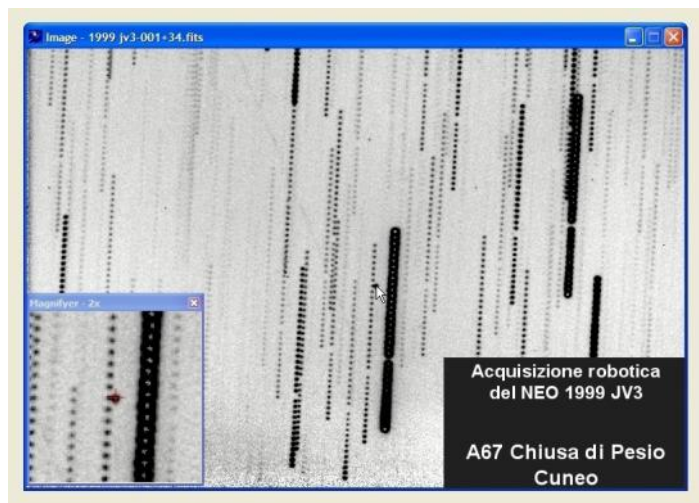



Fig. 5: Fine corsa esterni per la generazione e l'invio d'input elettrici in caso di fallimento dei sensori posizionali ubicati all'interno della copertura. Accorgimento supplementare adottato dall'autore presso l'A67 Dho's Observatory – Chiusa di Pesio.

Altro esempio di "decisione intelligente" è il centraggio dell'oggetto puntato o la sincronizzazione dei contatori sulle coordinate celesti corrispondenti al centro frame/ campo effettivamente inquadrato.
Fondamentalmente, un complesso osservativo robotico è in grado di:

- Trasmettere immagini in tempo reale (webcam di sorveglianza).
- Alimentare tutti gli strumenti e tutti gli accessori.
- Accendere il computer server e lanciare tutti i programmi.
- Connettersi con uno o più client remoti.
- Verificare l'idoneità delle condizioni meteorologiche.
- Eseguire l'unpark del telescopio.
- Puntare una stella di magnitudine appropriata per la calibrazione del focheggiatore.
- Sistemare il sensore CCD/DSLR all'interno della zona di fuoco critica.
- Garantire la corretta posizione del sensore CCD/ DSLR in funzione della temperatura.
- Puntare gli oggetti inclusi in una prestabilita lista.
- Centrare gli oggetti puntati.
- Sincronizzare le coordinate del telescopio con quelle effettivamente puntate.
- Abbinare eventuali filtri al sistema d'acquisizione d'immagini.
- Scegliere una stella idonea per l'autoguida CCD.
- Lanciare la funzione di autoguida CCD per le pose che prevedono lunghi tempi d'integrazione.
- Calibrare le immagini (dark/bias/flat field).
- Salvare i frame raw e/o quelli calibrati in cartelle prestabilite.
- Interrompere una sessione di riprese in caso di cattivo tempo.
- Parcheggiare il telescopio alla fine delle osservazioni.
- Chiudere la cupola o il sistema di copertura.
- Chiudere programmi, applicazioni, software.
- Spegnere il computer server.
- Interrompere l'alimentazione agli strumenti e agli accessori.

Un osservatorio astronomico "intelligente" deve provvedere, automaticamente e indipendentemente, all'interruzione della sessione osservativa, al parcheggio del telescopio e alla chiusura della copertura in caso d'annuvolamento o pioggia, oppure qualora s'interrompa la connessione a Internet.
Nel progettare, sviluppare e programmare, hardware e software, occorre pianificare la sequenza di sviluppo delle varie fasi elementari per la sospensione o l'interruzione anticipata delle riprese onde impedire urti fra telescopio e cupola.
Quest'accorgimento è d'obbligo nei casi in cui, nella posizione di massimo ingombro verticale e/o orizzontale, il tubo ottico dello strumento oppure gli accessori a questo fisicamente collegati, trasbordino dalle linee di minor ingombro interno della cupola, dello shutter/ tetto scorrevole o del sistema di copertura in generale.

Fig. 6: Uno Stack&Track grezzo realizzato sommando trentaquattro frame CCD ottenuti in modalità completamente automatica (Ricerca-ATC-MaxIm DL CCD, Astrometrica) senza presenza di operatore.

Abbiamo, in precedenza, accennato all'importanza dei box-moduli (interfacciabili a computer) che aprono/chiudono la circuiteria dei dispositivi e che, quindi, alimentano un determinato hardware astronomico. Trattasi, in sostanza, di centraline elettroniche con un numero x di canali in uscita configurabili e nominabili dall'utente. Questi moduli, necessari per il controllo remoto e per l'operatività robotica dell'osservatorio, devono essere alimentati attraverso un gruppo statico di continuità UPS (Uninterruptible Power Supply) per preservare lo stato logico/continuo, dei componenti elettrici/elettronici che li compongono, in caso di black-out elettrico.

La configurazione dei moduli in questione varia in funzione della tecnologia costruttiva e della modalità d'assemblaggio: può adottare driver proprietari oppure quelli inclusi nella piattaforma ASCOM (Astronomy Common Objects Model - http://ascom-standards.org/ - http://ascom-standards.org/Downloads/DomeDrivers.htm).

La soluzione adottata presso l'osservatorio remoto e robotico "intelligente" progettato e realizzato dall'autore Mario Dho, e ubicato a Chiusa di Pesio in provincia di Cuneo, implementa l'hardware O.C.S.III.

Al presentarsi di determinate situazioni pericolose quali, ad esempio, inizio/fine di un allarme pioggia o il ripristino delle comunicazioni fra client e server dopo un'interruzione della connessione Internet, l'osservatore passivo è avvisato con una lettera elettronica e può in tal modo accertarsi, tramite le immagini provenienti dalla webcam di sorveglianza, che le "decisioni" prese, in modo del tutto autonomo, dal sistema gestionale dell'osservatorio, abbiano effettivamente protetto gli strumenti, gli accessori e le apparecchiature in generale.

Andremo, prossimamente, a conoscere le modalità d'installazione, configurazione e settaggio di sensori e del sistema di controllo dei dispositivi collegati a O.C.S.III.

Analizzeremo in dettaglio, inoltre, alcune soluzioni d'automazione delle osservazioni astronomiche, per mezzo di programmi, moduli, applicazioni e realizzazioni tecniche sviluppate da Salvatore Massaro e adottate, nel mondo, da numerosi osservatori professionali e amatoriali.

Il video introduttivo all'articolo è sul canale Youtube EAN: http://www.youtube.com/watch?v=OIv29lvWXao

Mario Dho, *technician and industrial expert, first responsible for the Section Instruments of the Unione Astrofili Italiani, UAI, and the project "CCD-UAI".*
Author of a technical manual, with a foreword by Margherita Hack, mainly designed to the automation and remote controlling of astronomical observatories, and of several technical articles published by Italian scientific and cultural magazines.
Tester of software and application modules developed for the automatic control of astronomical instruments.

Mario Dho, perito capotecnico industriale, primo responsabile della Sezione Strumentazione dell'Unione Astrofili Italiani, UAI, e del progetto "CCD-UAI".
Autore di un manuale tecnico, con introduzione di Margherita Hack, dedicato principalmente all'automazione e al controllo remoto delle osservazioni astronomiche, e di numerosi articoli tecnici pubblicati da riviste di scienza e cultura italiane.
Tester di software e moduli applicativi sviluppati per il controllo automatico di strumenti astronomici.

COLONNE DA POSTAZIONE FISSA

Giovanni De Caro
exploratorium@tiscali.it

La possibilità di disporre di un telescopio in postazione fissa è il sogno di qualsiasi astrofilo; la necessità di montare, mettere in postazione e smontare ogni volta la propria attrezzatura, infatti, comporta non solo tempo e fatica, ma limita di necessità la dimensione e il peso degli strumenti di cui ci si può dotare per effettuare le proprie attività di osservazione astronomica o di astrofotografia, oltre alla preoccupazione di danneggiare o smarrire costosi componenti . Il mercato degli strumenti "di serie" oggi offre agli astrofili montature con una meccanica ed una elettronica assai ricercate ma quasi sempre previste per uso "sul campo" piuttosto che per la installazione in osservatorio; questo per il semplice fatto che gli astrofili dotati di un osservatorio sono molti di meno di quelli che effettuano osservazioni recandosi di volta in volta con tutto il proprio equipaggiamento in località idonee piuttosto che posizionando occasionalmente il proprio telescopio sul più vicino terrazzo.

Tali montature sono quindi realizzate con materiali leggeri (soprattutto alluminio) e previste per essere utilizzate su treppiedi ovvero su colonne "portatili" dal peso contenuto; sono pochi i costruttori che mettono a disposizione dei propri clienti colonne da postazione fissa realmente stabili ed adatte per essere impiantate in una specola, limitando la propria produzione a basamenti di grandi dimensioni, spesso con costi proibitivi.

D'altro canto la realizzazione in proprio di una colonna da postazione fissa, magari rivolgendosi al fabbro sotto casa, comporta il rischio di sostenere dei costi non indifferenti per avere un prodotto poco confacente alle proprie esigenze, vista la tendenza comune degli artigiani non addentro alle questioni astronomiche di economizzare sui materiali e sull'impegno nella realizzazione dei propri manufatti, oltre al noto "vizio" di tanti di questi di aumentare il prezzo delle proprie prestazioni quando sentono la parola "astronomia".

Fig. 1: Montatura Celestron CGE su colonna Gran Sasso da postazione fissa. Installazione su terrazzo con base maggiorata.

Per quanto attiene poi alla eventuale posa in opera di una colonna in cemento armato, questo tipo di soluzione presenta una serie di svantaggi , quali la necessità di una progettazione da parte di un tecnico, l'ottenimento di permessi, la non amovibilità, la impossibilità di posa in opera su terrazzi o balconi ed in tutta una serie di situazioni abitative in cui la colonna non sia prevista in fase di realizzazione dell'intero edificio; peraltro, a meno che non si tratti di installare uno strumento davvero pesante una tale soluzione appare francamente esagerata.

Fig. 2: Montatura 10 MICRON GM 2000 su colonna Gran Sasso da postazione fissa. Ospita un telescopio Dall-Kirkham di 300 mm; installazione completamente robotizzata e remotizzata.

Dall'esperienza ultratrentennale da noi maturata nel campo della autocostruzione di strumenti astronomici è nata dunque l'idea di mettere a disposizione degli astrofili una colonna da postazione fissa che fosse al contempo estremamente stabile, facile da installare e da rimuovere, adattabile a qualsiasi montatura commerciale e modificabile in modo da adattarsi alle piu' svariate esigenze del cliente. Le nostre colonne coniugano perfettamente tutte queste caratteristiche, ed inoltre sono realizzate con una cura particolare ai dettagli ed all'estetica, oltre che al prezzo, che è estremamente competitivo.

La colonna standard, interamente realizzata in acciaio al carbonio, consiste in una piastra base ottagonale da 10 mm. di spessore saldata a filo continua ad un cilindro centrale con aggiunta di quatto triangoli di lamiera posti a rinforzo a 90°; alla sommità del cilindro (la cui altezza puo' variare da 300 a 2000 mm.ed oltre secondo le necessità del cliente) è saldata una seconda piastra circolare sempre da 10 mm. di spessore dotata di un foro centrale che consente il riempimento della colonna con inerti dopo la installazione; questo consente di ridurre notevolmente la trasmissione di vibrazioni dal pavimento al telescopio. La piastra superiore presenta a sua volta tre fori a 120° attraverso cui passano tre grossi perni filettati in acciaio cementato fissati all'altra estremità ad una grossa flangia in C45 (su richiesta in acciaio inox) sulla quale è realizzato l'alloggiamento per la base della montatura, qualsiasi essa sia (GM 1000/ 2000 / 4000, Celestron, Meade, Synta, Bellincioni, Astrophysics ecc.). La perfetta messa in bolla della flangia superiore si attua facilmente agendo sui tre perni ed i relativi dadi di bloccaggio.

Fig. 3: Componenti di una colonna Gran Sasso prima dell'assemblaggio

Fig. 4: Dettaglio della flangia in acciaio predisposta per accettare una montatura 10 MICRON GM 2000

Nel caso che successivamente si desideri cambiare montatura, è possibile sostitutire (o adattare) la flangia superiore, senza necessità di modificare altro. Le nostre colonne vengono verniciate con resine epossidiche di alta qualità nei colori della serie RAL oltre che con finiture metallizzate, goffrate ecc.; su richiesta è possibile effettuare un pretrattamento con zincatura a caldo, consigliabile qualora si desideri lasciare la colonna all'aperto, rimuovendo montatura e telescopio durante i periodi di non utilizzo. Poiché non si tratta di una produzione in serie, è possibile modificare la colonna per adattarla a qualsiasi situazione operativa. Crediamo di avere riempito un gap nella produzione di strumentazione astronomica per uso amatoriale e speriamo di continuare a godere della fiducia degli astrofili italiani, che già in molti hanno potuto apprezzare la qualità del nostro lavoro.

Fig. 6

Per contattarci: exploratorium@tiscali.it oppure 347.6482683 (ore ufficio)

Figg. 5 e 6: dettagli della flangia livellante finita. Notare i tre perni per la messa in bolla.

BILANCIO DEL I° STAR PARTY DELLE DOLOMITI

10-11 agosto 2012 - Lago di Braies (BZ)

11 agosto: a sinistra, sulla spiaggia del lago di Braies, Gianni Casalnuovo prepara la sua attrezzatura per l'osservazione notturna. A fianco, Rodolfo Calanca e Alberto Ombres, durante le fasi di montaggio del riflettore newtoniano di 40cm, si veda anche il video: http://www.youtube.com/watch?v=AYdrK3CwYfY

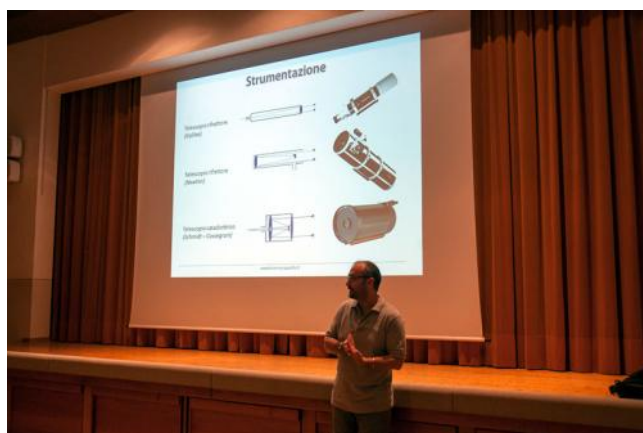
Il I° Star Party delle Dolomiti 2012 ha costituito un interessante momento di divulgazione pubblica della scienza e dell'astronomia in una delle più belle località delle Dolomiti. L'iniziativa, promossa da EAN è stata sponsorizzata dal Comune di Braies, dall'Hotel del Lago, dalla Pro Loco ed ha avuto la collaborazione dei vigili del fuoco di Braies, www.eanweb.com/2012/star-party-delle-dolomiti-2012/. La splendida cornice del lago (www.youtube.com/watch?v=vVe80G2lz2c, www.youtube.com/watch?v=AYdrK3CwYfY) ha conferito un'aura magica all'evento che ha visto la partecipazione di un pubblico assai numeroso. Ospite speciale della serata dell'11 agosto, l'attore Terence Hill. Le conferenze sono state tenute, in orario sia diurno sia serale, nella Sala Culturale di Schmieden-Ferrara e all'interno dell'Hotel del Lago.

Lorenzo Cappella mentre installa il suo telescopio in riva al lago. L'Osservazione del Sole: al telescopio, Lorenzo, e, da sinistra: Chiara Calamante, Michele Guzzini, Fabiano Barabucci e Francesco Barabucci.

Da sinistra: Alberto Ombres ed il nipote Emanuele durante il montaggio del loro binocolo. Al centro, Gianni Casalnuovo e signora testano la webcam applicata al loro telescopio. A destra: Luigi Serra durante il montaggio del dobsoniano di 36

A sinistra: l'osservazione del Sole di fronte alla sala culturale di Ferrara—Schmieden. A destra, la postazione solare di Gianni Casalnuovo.

A sinistra: Massimo Mazzoni, l'attore Terence Hill e Rodolfo Calanca. A destra Terence Hill con Anna Maria Salluce

A sinistra, Andrea Giacomelli durante la sua conferenza. A destra Lorenzo Cappella illustra le tecniche di ripresa per la fotografia a grande campo.

A sinistra, Michele Guzzini illustra le tecniche di elaborazione delle immagini, a destra, Alberto Ombres descrive le caratteristiche ottico-meccaniche dei telescopi.

A sinistra il prof. Massimo Mazzoni durante una delle conferenze tenuta all'interno dell'Hotel Lago di Braies. A destra, il pubblico durante la conferenza.

SPETTACOLARI IMMAGINI DEL SOLE!

Gianni Casalnuovo

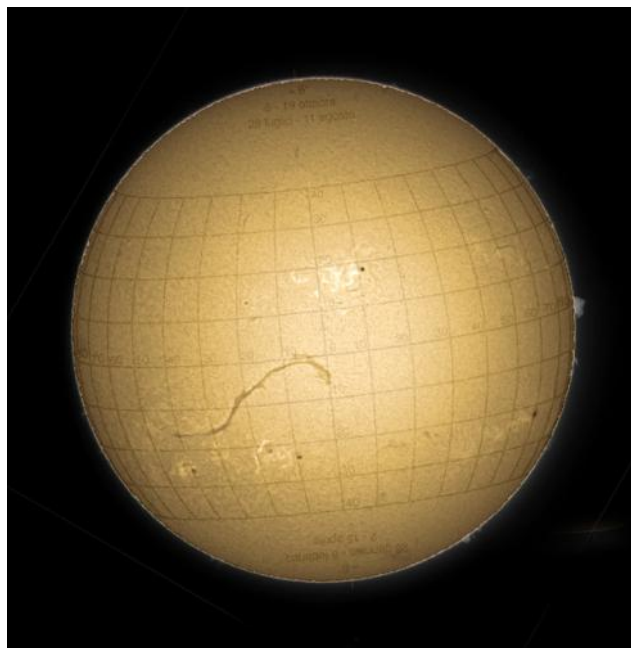
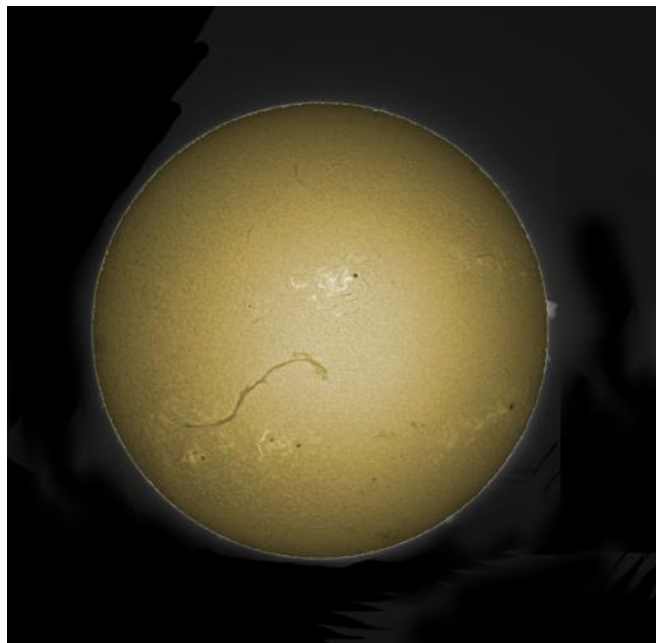



Immagine del Sole del 5 agosto 2012 alle 09:55 UT che mostra uno spettacolare filamento di straordinaria lunghezza, ben mezzo milione di chilometri! Alla seconda immagine, identica alla precedente, è stato sovrapposto il disco di Stonyhurst calibrato per Bo 6° (riferito alla data e ora di ripresa), in modo da poter stabilire esattamente le coordinate delle macchie e del filamento. L'immagine è stata ottenuta con Coronado e camera di ripresa DMK 41AU02.AS. L'immagine è il frutto di una elaborazione che ha richiesto la realizzazione di due filmati, uno sovraesposto per evidenziare le protuberanze, ed uno esposto normalmente per le macchie ed i filamenti. Successivamente ogni filmato e' stato elaborato con Registax (migliori 600 frames su 800), ottenendo una immagine del disco con macchie e filamenti (immagine normalmente esposta) ed una immagine delle protuberanze (sovraesposta per evidenziarle), di queste due immagini e' stato fatto un collage con Photoshop.

Immagine del Sole dell'11 agosto 2012, alle 13h 11m UT, ottenuta durante lo Star Party delle Dolomiti con Solarview50 (messo a disposizione da Caelum). La camera di ripresa e la stessa della precedente immagine. Pure identica la tecnica di elaborazione dei filmati.

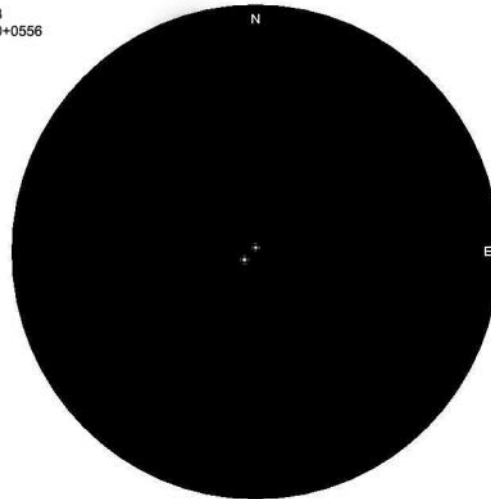
STELLE DOPPIE DI SETTEMBRE

UN INVITO ALL'OSSERVAZIONE

Giuseppe Micello
7mg8@libero.it

Invitiamo i nostri lettori ad osservare e, se possibile, misurare le stelle doppie qui riportate. Per informazioni ulteriori, rivolgetevi all'Autore.

STF 205 - Gamma Andromedae

Gamma Andromedae (57 Andromedae secondo Flamsteed) è un sistema complesso, distante 355 anni luce, ma agli strumenti degli astrofili si presenta come un semplice seppur meraviglioso sistema binario. Questo sistema secondo il reverendo Webb, di cui riportò i colori oro e blu delle componenti, è "una delle coppie più belle del cielo". L'Ammiraglio Smyth trovava queste stelle di colore arancio e verde smeraldo, ma di fronte alle illustri valutazioni di William Herschel e F.G.W. Struve secondo i colori giallo e blu, si ritirava in buon ordine .

Struve 2848 - Pegasus
WDS 21580+0556
Osservata dall'autore il 27 Settembre 2011

Altrettanto bella è questa doppia, con le due componenti di 7,2 e 7,7 separate da circa 11". A 257x, anelli perfettamente visibili e incisi. Ho misurato questa coppia con il Baader Micro Guide, ottenendo le seguenti misure: **Sep. 10,9" e AP 57**°. Misure più che soddisfacenti, visto che il WDS riporta 10.8" e 58°. Consiglio vivamente di provare questo oculare, perché di soddisfazioni ve ne può dare parecchie.

Giuseppe Micello e Antonio Adigrat curano un bollettino delle stelle doppie: https://sites.google.com/site/ilbollettinodellestelledoppie/home
Sul Canale EAN di Youtube hanno pubblicato i video:

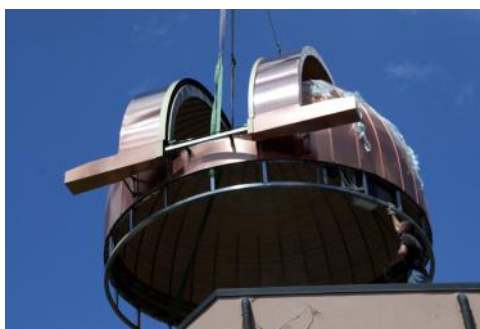
http://www.youtube.com/watch?v=zv2cKPgJoXY
http://www.youtube.com/watch?v=3zAvmpTjD_g

OCCULTAZIONE DI GIOVE DEL 15 LUGLIO 2012

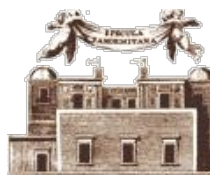
Immagini di Alberto Villa e Enrico Castiglia
Ass.ne Astrofili Alta Valdera
vilalber@tin.it

Immagini riprese al fuoco diretto del rifrattore Apo 150mm f/6.7 e Canon 20D, Osservatorio Astronomico di Libbiano—Peccioli

Ecco le suggestive immagini dell'occultazione di Giove del 15 luglio scorso, riprese da Alberto Villa ed Enrico Castiglia all'Osservatorio Astronomico di Libbiano—Peccioli. Nell'immagine a sinistra il momento dell'immersione mentre, a destra, Giove e la sua coorte di satelliti è già riapparso da dietro la Luna.

Gli autori delle foto, Enrico Castiglia (a sinistra) ed Alberto Villa. Anche in questa bella immagine, Giove spicca bene nonostante la forte luminosità del disco lunare.

A fianco, fasi di montaggio della nuova cupola dell'Osservatorio di Libbiano—Peccioli

Istituto pluricomprensivo in lingua italiana di Brunico (BZ)

EAN– European Astrosky Network

INAF - Osservatorio Astronomico di Palermo "Giuseppe Salvatore Vaiana"

Association Réunionnaiese d'Etude du Ciel Austral www.astrorun.com

21- 22 Settembre 2012: "SOTTO LA STESSA LUNA"

Evento internazionale di osservazione del nostro satellite

Seguiteci: http://www.eanweb.com/dirette/

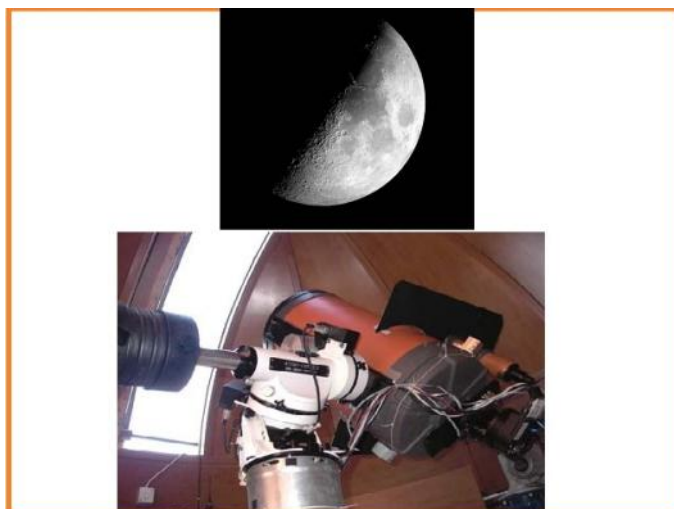
Le immagini della Luna in diretta web dagli Osservatori astronomici dell'Istituto pluricomprensivo in lingua italiana di Brunico (BZ), dall'INAF di Palermo e dall'Osservatorio di Jackie Françoise, dell'Associazione ARECA de La Réunion.

PROGRAMMA:

21 settembre, ore 21.15, Aula Magna dell'Istituto pluricomprensivo di Brunico, conferenza di Rodolfo Calanca: "I volti di Selene", in diretta web

22 settembre, dalle ore 21.00: osservazioni astronomiche dei principali corpi celesti, dalla torretta Osservatorio "Galileo Galilei" dell'Istituto pluricomprensivo di Brunico, http://www.ipcbrunico.it/ipc_new/ **.**

Aula Magna Istituto pluricomprensivo Di Brunico (BZ)

La Luna dall'Osservatorio dell' Istituto pluricomprensivo Di Brunico (BZ)

La Luna dall'Osservatorio astronomico INAF di Palermo

FOTOGRAFA LA LUNA INSIEME A NOI PER CALCOLARE LA SUA PARALLASSE!

Nell'ambito della serata internazionale dedicata alla Luna, del 22 settembre prossimo, EAN chiede agli astrofotografi di collaborare alla ripresa di immagini della Luna. Si tratta di un importante progetto didattico finalizzato alla determinazione della parallasse lunare e delle differenze di longitudine tra i diversi osservatori.

E' fondamentale riprendere le immagini esattamente in questi orari con la precisione del secondo di tempo:

22 settembre 2012: alle 19h 00m 00s UT (per l'Italia corrisponde alle 21h locali);
e alle 19h 15m 00s UT(per l'Italia corrisponde alle 21h 15m 00s locali)

La tecnica di ripresa è suggerita da Marco Meniero, http://www.meniero.it/, mail: meniero@gmail.com , abile astrofotografo, che scrive:

" *Si utilizzi una reflex digitale con diaframma f/5.6, tempi variabili da 1/10s a 2 secondi con 200 Iso, tempi maggiori produrrebbero una sovraesposizione eccessiva per il disco lunare.*
Per chi usa la reflex Full Frame consiglio una focale variabile da 300 a 400,chi usa invece un formato APS-C consiglio una focale variabile da 150 a 250.
A causa della forte luminosità del disco lunare consiglio di porlo esattamente al centro del fotogramma così da ridurre la possibilità di riflessi ed aloni.
Ricordate di rispettare i tempi di scatto sopra indicati al secondo!
Non dimenticate di riportare nella mail la longitudine e latitudine della località da dove aveva scattato le immagini. Le immagini vanno inviate a:eanweb.astronomia.nova@gmail.com"

Gli Osservatori direttamente coinvolti nelle riprese lunari sono a Brunico, Palermo e La Réunion. La distanza massima tra due Osservatori è di 8500 Km circa, tra Brunico e la Réunion.

INTERNATIONAL OBSERVE THE MOON NIGHT
Under the Same Moon
22 Sept 2012

CONFERENZE E CORSI DI ASTRONOMIA PROMOSSI DA EAN 2012-2013

Ean propone alle scuole ed alla comunità astronomica nazionale conferenze e corsi di astronomia tenuti da relatori esperti a livello professionale. Questi eventi si possono svolgere all'interno di strutture pubbliche o private a scelta del committente (aule scolastiche, biblioteche pubbliche e private, Osservatori Astronomici, enti culturali privati, circoli, agriturismi, ecc.).
Ecco alcuni esempi di **conferenze** che i nostri collaboratori propongono all'attenzione del pubblico:

ESEMPI DI CONFERENZE:

- **I volti di Selene**, la Luna da Galileo all'Apollo 11 (durata di 1h 30m)
- **I transiti di Venere**, la misura della parallasse solare nel corso dei secoli (durata di 1h 30m)
- **I pianeti del Sistema Solare**, un'introduzione alla famiglia del Sole (conferenza della durata di 1h 30m)
- **I pianeti extrasolari**, da secoli l'uomo ha cercato pianeti intorno ad altre stelle. Oggi se ne conoscono centinaia, qualcuno ha le caratteristiche per ospitare la vita? (durata di 1h 30m)
- **Stelle e galassie**, un'introduzione all'astrofisica (durata di 1h 30m)
- **Copernico questo sconosciuto** (durata di 1h 30m)
- **Galileo e il cannocchiale**, quando l'idea del mondo cambiò (durata di 1h 30m)
- **Giovanni Domenico Cassini**, l'astronomo del re Sole, il più grande osservatore del cielo del XVII secolo (durata di 1h 30m)
- **Giovanni Keplero**, e le prime leggi dell cosmo (conferenza della durata di 1h 30m)
- L'Astronomia di Leonardo da Vinci, aspetti poco conosciuti delle ricerche di uno dei più grandi geni dell'umanità (conferenza della durata di 1h 30m)
- **Isaac Newton**, l'ultimo dei maghi (conferenza della durata di 1h 30m)
- **Albert Einstein** e i paradossi del tempo (conferenza della durata di 1h 30m)

I CORSI:

- **Astronomia generale**, livello medio (3 giorni, in un fine settimana)
- **La progettazione di un Osservatorio e l'utilizzo del telescopio** (3 giorni, in un fine settimana)
- **Corso avanzato di fotografia planetaria** (3 giorni, in un fine settimana)
- **Astrofotografia di profondo cielo** (3 giorni, in un fine settimana)
- **La fotometria dei transiti extrasolari** (3 giorni, in un fine settimana)
- **La ricerca degli asteroidi** (3 giorni, in un fine settimana)
- **Metodi di ricerca delle SN** (3 giorni, in un fine settimana)
- **Fotometria stelle variabili** (3 giorni, in un fine settimana)
- **Astrometria** (3 giorni, in un fine settimana)

Il coordinatore dei corsi e delle conferenze è Rodolfo Calanca.
Per ulteriori informazioni: rodolfo.calanca@gmail.com
cellulare: 348-3687842